ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JANVIER 1905.

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

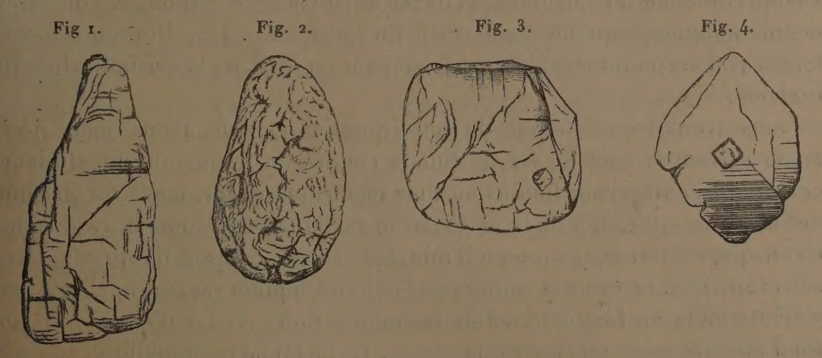
MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques expériences nouvelles relatives à la préparation du diamant.* Note de M. Henri Moissan.

A la suite des nouvelles recherches que nous avons poursuivies sur la météorite de Cañon Diablo ([1]), nous avons été amené à reprendre quelques-unes de nos expériences sur la reproduction du diamant.

En répétant ces expériences telles que nous les avons décrites dans notre premier Mémoire ([2]) nous avons obtenu les mêmes résultats, c'est-à-dire la formation de cristaux empilés à impressions carrées (*fig.* 1), de gouttes


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

(*fig.* 2) et d'octaèdres à faces courbes (*fig.* 3). Ces cristaux parfaitement

---

([1]) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 773.

([2]) H. Moissan, *Recherches sur les différentes variétés de carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. VIII, 1896, p. 289, 306 et 466).

transparents possèdent une grande réfringence, ont une densité voisine de 3,5 puisqu'ils tombent dans l'iodure de méthylène de densité 3,4; ils rayent le rubis et ils brûlent dans l'oxygène sans laisser de cendres et en donnant de l'acide carbonique. Quelques-uns éclatent peu de temps après leur préparation, comme il arrive à certains diamants du Cap lorsque l'on vient de les séparer de la terre bleue, après les avoir retirés des puits profonds du Transvaal.

Nos expériences ont été répétées, telles quelles, par Sir William Crookes ([1]) qui a obtenu, comme nous, des diamants noirs et transparents. M. Majorana ([2]) a fait intervenir une pression extérieure sur la fonte en fusion saturée de carbone et il a préparé aussi des diamants microscopiques transparents.

Mais l'étude du bloc de 183^{kg} de fer de Cañon Diablo nous a démontré que les diamants se rencontraient dans les fissures de la météorite au milieu même du métal. De plus ces fissures étaient en relation par d'étroites cassures avec les noyaux de sulfure de fer ou troïlite dont nous avons, en collaboration avec M. Osmond, donné la description dans une Note précédente ([3]).

Il paraissait donc logique d'admettre que le soufre avait pu aider au déplacement du carbone dans le carbure de fer.

En plus de cette troïlite, nous avons démontré que la météorite de Cañon Diablo contenait du silicium sous forme de siliciure de carbone et l'on savait depuis longtemps qu'elle renfermait du phosphore. Ces différents métalloïdes avaient pu intervenir dans la séparation et dans la cristallisation du carbone.

Nous avons repris l'étude de cette question et nous avons opéré de la façon suivante : 150^{g} de fer de Suède coupés en fragments de plusieurs centimètres cubes sont fondus au four électrique en présence de charbon de sucre. La saturation de la fonte par le carbone à la température du four électrique est terminée en 2 ou 3 minutes avec un courant de 400 ampères sous 120 volts. Le creuset renfermant la fonte liquide est retiré du four, on y ajoute alors un fragment solide de monosulfure de fer d'environ 5^{g} qui fond aussitôt et se mélange à la masse. Le métal se boursoufle et des gaz se dégagent en abondance. Après refroidissement, le culot métallique est

---

([1]) Sir William Crookes, *Proceedings of the Royal Institution*, t. XV, 1897, p. 477.

([2]) Majorana, *Atti Ac. Lincei*, 5e série, t. VI, II, 1896, p. 141.

([3]) H. Moissan et Osmond, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 71.

traité par les acides. Le graphite est transformé en oxyde graphitique, puis en oxyde pyrographitique et ce dernier composé est détruit par un mélange d'acide sulfurique bouillant, dans lequel on jette par petites portions une cinquantaine de grammes d'azotate de potassium. Après plusieurs traitements alternés de ce résidu, par l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique, puis fusion avec le fluorhydrate de fluorure de potassium, on décante, on sèche et l'on traite par l'iodure de méthylène de densité 3,4 en ne recueillant que ce qui tombe dans ce liquide. Dans ces conditions on n'obtient jamais de diamants.

Les résultats sont tout autres, si l'on refroidit brusquement le creuset rempli de fonte liquide et additionné de sulfure de fer dans une masse d'eau froide. Après le premier phénomène de caléfaction, le creuset de graphite poreux se laisse rapidement pénétrer par l'eau; la masse métallique est refroidie extérieurement, il se forme une croûte solide, et dans ces conditions, comme nous l'avons établi antérieurement [1], il se produit une pression intérieure et le carbone qui se dépose dans la partie centrale encore liquide prend la forme diamant.

L'apparence des lingots métalliques dans lesquels on a ajouté du soufre est parfois un peu différente des lingots de fonte ordinaire refroidis dans l'eau. Il se forme encore une partie externe résistante; mais la surface supérieure du métal, si l'on refroidit de suite le mélange de fonte et de sulfure de fer, est recouverte d'une mousse noire, solide, d'apparence spongieuse qui provient de la solidification rapide du métal émulsionné par un brusque dégagement de gaz. Si les gaz ont eu le temps de se produire avant l'immersion dans l'eau, le lingot présente l'apparence ordinaire.

Les diamants que l'on obtient par cette addition de sulfure de fer ont les mêmes formes que ceux qui ont été préparés antérieurement. Ils se présentent en gouttes possédant parfois des pointements octaédriques (*fig.* 4), en lames superposées en octaèdres caractéristiques à faces courbes. Nous avons obtenu plusieurs de ces octaèdres, ces différents cristaux ont été placés entre deux lamelles de verre au milieu de baume du Canada. Nous avons l'honneur de présenter quelques-uns de ces échantillons à l'Académie. Certains de ces cristaux se brisent plusieurs semaines après leur préparation, d'autres contiennent des crapauds et un très grand nombre

---

[1] H. Moissan, *Sur l'augmentation de volume de la fonte liquide, saturée de carbone au four électrique, au moment de la solidification* (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 185).

présentent des impressions carrées et ces stries parallèles que l'on rencontre souvent sur les diamants naturels. Tous ont un aspect gras et un indice de réfraction élevé. Nous en avons chauffé un certain nombre dans l'oxygène, au moyen d'une petite nacelle de platine que nous avons décrite dans notre premier Mémoire sur la production du diamant, et ils ont brûlé en ne laissant pas de cendres.

La seule différence que nous présente l'expérience avec addition de sulfure de fer, c'est que le rendement, tout en étant toujours faible, est cependant supérieur à celui que nous avions obtenu jusqu'ici. Dans un seul culot nous recueillons parfois huit ou dix petits diamants dont la moitié ou les deux tiers peuvent être séparés à l'œil nu au moyen d'une petite pointe d'acier.

Nous avons poursuivi plusieurs séries d'expériences en additionnant la fonte saturée de carbone au four électrique soit de siliciure de fer soit de silicium fondu avant de refroidir brusquement le métal dans l'eau. Dans ce cas nous avons encore obtenu du diamant et parfois le rendement était supérieur à ce que nos premières expériences nous avait donné. Mais la grande quantité de siliciure de carbone qui se produit, surtout lorsque l'on emploie le silicium fondu, rend plus difficile la séparation au moyen de l'iodure de méthylène.

Il ne faut pas oublier que le siliciure de carbone préparé dans le fer est toujours bleu ou vert ainsi que nous l'avons indiqué dès 1893, de telle sorte qu'il est impossible, si l'on s'est donné la peine de regarder ce siliciure au microscope, de le confondre avec des fragments de diamant noir ou transparent. Du reste sa densité n'étant que de 3,12, il flotte à la surface de l'iodure de méthylène.

Les diamants préparés avec le silicium ont des formes plus tourmentées que les précédents. Ils renferment de nombreux diamants à crapauds et des diamants noirs. Nous avons obtenu dans ces nouvelles conditions des diamants qui présentent un grand nombre d'impressions carrées. Les extrémités de certains fragments étaient terminées par des chapelets de cubes échelonnés. Les quelques diamants qui se sont brisés, plusieurs semaines et même plusieurs mois après leur préparation, nous présentaient aussi des cassures couvertes de très petits cubes. Dans ces préparations les gouttes étaient plus rares et nous n'avons pas eu d'octaèdres. Le rendement était aussi un peu plus élevé que dans nos expériences de 1893. Nous avons séparé plusieurs fois dans un seul lingot 10 à 15 petits diamants microscopiques. Les plus gros de ces diamants ont comme longueur $0^{mm},75$; l'octaèdre, représenté figure 3, $0^{mm},2$; plusieurs gouttes ont

de $0^{mm},4$ à $0^{mm},1$. Ces diamants sont du même ordre de grandeur que ceux que nous avons retirés du bloc de fer de Cañon Diablo de 183^{kg}, quelques-uns sont même un peu plus gros. Mais ce ne sont cependant que des parcelles microscopiques.

Deux séries d'expériences faites dans les mêmes conditions avec du phosphure de fer ne nous ont donné aucun diamant [1].

Propriétés optiques. — Les diamants de synthèse possèdent un aspect gras caractéristique et un grand indice de réfraction. Cette dernière propriété permet souvent, avec un peu d'habitude, de les distinguer lorsqu'ils sont encore mélangés avec d'autres substances transparentes.

Nous avons étudié l'action de ces diamants de synthèse sur la lumière polarisée parallèle et convergente. Nous avons constaté que leur biréfringence toujours très faible était de grandeur variable et sans rapport avec la forme extérieure. En particulier, en lumière convergente, on n'observe que des lignes neutres trop floues et trop larges pour que l'on puisse tirer quelques conclusions de leur aspect. Le cristal représenté figure 1 s'éteint à 60° des traces de clivage, tandis que l'octaèdre de la figure 3 s'éteint parallèlement à l'un des côtés du triangle supérieur.

La goutte représentée figure 2 a une forme trop arrondie pour donner des phénomènes nets.

En résumé, les caractères optiques de ces cristaux en lumière polarisée sont variables. Ils sont très peu biréfringents. Pour établir une comparaison avec un cristal connu que l'on rencontre dans les mêmes conditions, le siliciure de carbone, nous ferons remarquer qu'il n'y a aucun rapprochement à faire entre les diamants de synthèse et les cristaux de siliciure de carbone. Ces derniers présentent une biréfringence normale beaucoup plus élevée. De plus, le siliciure de carbone préparé dans le fer est toujours fortement coloré. Le siliciure de carbone de Cañon Diablo est vert.

D'ailleurs, cette action du carbone cristallisé sur la lumière polarisée est connue depuis longtemps. Bien qu'appartenant au système cubique, le diamant présente des phénomènes de biréfringence très marqués, étudiés d'abord par Brewster [2] et fréquemment observés, en particulier, par

---

(1) Nous donnerons le détail de ces différentes expériences dans le Mémoire que nous publierons aux *Annales de Chimie et de Physique*.

(2) Brewster, *Phil. Trans.*, t. CV, 1815, p. 31; t. CVI, I, 1816, p. 167; t. CVIII, I, 1818, p. 255. Edinburgh, *Trans.*, t. XXIII, 1864, p. 41.

Jannettaz [1], Hirchswald [2], Mallard [3], Reinhard Brauns [4]. Des Cloizeaux [5] indique que la plupart des cristaux manifestent en lumière polarisée des couleurs irrégulières et une extinction plus ou moins complète selon l'azimut. Pour Hirchswald, le phénomène est presque général. Jannettaz admettait que la biréfringence du diamant provenait de pressions intérieures ou de phénomènes de trempe. Brauns admet aussi que la biréfringence du diamant est due à des tensions internes et qu'il est vraisemblable que ce minéral s'est formé sous l'action de fortes pressions qui auraient été la cause de sa biréfringence. Cohen [6] a observé un diamant présentant les phénomènes de polarisation d'un agrégat dans lequel les couleurs étaient aussi vives que dans un cristal de quartz.

Ce phénomène est d'ordre général. On sait aujourd'hui que la plupart des cristaux cubiques présentent fréquemment des phénomènes analogues de biréfringence : tels l'alun, l'analcime, le nitrate de plomb, les grenats, la blende, etc.

Après ces différentes séries d'expériences nous n'avons pas repris l'étude de la combustion en poids des diamants de synthèse, parce que nous avons pensé que les trois analyses publiées en 1894 étaient suffisantes pour résoudre la question. Nous rappellerons que, dans la première, 6^{mg} de diamants noirs nous ont donné 23^{mg} de gaz carbonique et que les cendres restant après la combustion étaient impondérables.

Dans la deuxième, 15^{mg} de fragments transparents ont été brûlés et ont laissé un résidu de $2^{mg},5$ de grains arrondis brillants qui ne brûlaient pas dans l'oxygène à 1000°. Ces grains n'étaient pas des cendres de diamant. Ils étaient formés d'une matière transparente riche en silicium, qui disparaît par une attaque au fluorhydrate de fluorure de potassium en fusion. Le poids de 13^{mg} de diamants transparents brûlés dans cette analyse nous a donné $49^{mg},6$ d'anhydride carbonique.

Enfin dans une troisième combustion $5^{mg},7$ de diamants transparents,

---

(1) JANNETTAZ, *Bull. des Mines*, t. II, 1879, p. 124.
(2) HIRCHSWALD, *Zeitschrift für Kryst. u. Mineral.*, t. I, 1877, p. 216.
(3) MALLARD, *Bull. des Mines*, t. V, 1882, p. 241.
(4) REINHARD BRAUNS, *Die optischen Anomalien der Krystalle*. Leipzig, 1891, p. 180.
(5) DES CLOIZEAUX, *Manuel de Minéralogie*.
(6) COHEN, *Ueber Einschlüsse in südafrikanischen Diamanten* (*Zeitschrift für Kryst. u. Miner.*, 1876, p. 752).

traités cette fois au préalable par le fluorhydrate de fluorure de potassium, nous ont fourni $20^{mg},5$ de gaz carbonique. Les cendres n'étaient pas appréciables à la balance.

Ces trois chiffres suffisent pour établir que les fragments microscopiques obtenus dans nos recherches sont formés de carbone pur.

Les nouvelles expériences que nous publions aujourd'hui, à la suite de notre étude de la météorite de Cañon Diablo, viennent donc corroborer nos précédentes recherches. Nous pouvons toujours regarder le diamant comme la variété de carbone qui a été liquéfiée sous une forte pression, tandis que nous avons démontré, depuis longtemps, qu'à la pression ordinaire tous les échantillons de carbone soumis à l'action d'une très haute température se vaporisaient, sans passer par l'état liquide, et fournissaient tous la même variété de carbone : le *graphite*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse dans la série anthracénique.* III. *Dihydrure d'anthracène* γ *tétraphénylé et ses dérivés.* Note de MM. **Haller** et **A. Guyot.**

Pour compléter nos recherches sur les dérivés γ substitués du dihydrure d'anthracène [1], il nous restait à faire connaître les dérivés γ tétraphénylés de ce carbure. Nous sommes arrivés à ces dérivés par deux voies différentes qui nous ont été inspirées par les travaux récents de MM. v. Bæyer et Villiger [2] et par ceux de MM. Ullmann et Münzhuber [3].

Ces savants ont montré que le triphénylcarbinol se condense avec la plus grande facilité avec les phénols et les amines aromatiques pour donner des dérivés du triphénylméthane, conformément à l'équation

$$(C^6H^5)^3\equiv COH + C^6H^5R = H^2O + (C^6H^5)^3\equiv C - C^6H^4R.$$

En particulier, en condensant le triphénylcarbinol avec le chlorhydrate d'aniline, puis éliminant le groupe amidogène par la réaction de Griess, MM. Ullmann et Münzhuber ont pu préparer avec d'excellents rendements du tétraphénylméthane, carbure jusqu'alors fort rare, et qui n'avait été

(1) A. Haller et A. Guyot, *Bull. Soc. chim. Paris,* 3e série, t. XXXI, p. 795 et 979.

(2) Von Bæyer et Villiger, *Deut. chem. Ges.*, t. XXXV, 1902, p. 3018.

(3) Ullmann et Münzhuber, *Ibid.*, t. XXXVI, 1903, p. 404.

qu'entrevu par M. Gomberg [1] parmi les produits de décomposition du triphénylméthane azobenzène.

Pour obtenir les dérivés du dihydrure d'anthracène γ tétraphénylé, il était donc tout indiqué, soit de condenser le dihydrure d'anthracène γ-hydroxylé γ-triphénylé précédemment décrit, avec l'aniline, le phénol, la diméthylaniline, etc., conformément à l'équation

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup\diagdown \\ C^6H^5 \quad OH \end{array} + C^6H^5R = \begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup\diagdown \\ C^6H^5 \quad C^6H^4R \end{array} + H^2O,$$

soit de condenser les mêmes amines et phénols avec le dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé-γ-diphénylé symétrique [2] :

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad OH \\ \diagdown\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup\diagdown \\ C^6H^5 \quad OH \end{array} + 2\,C^6H^5R = \begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^4R \\ \diagdown\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup\diagdown \\ C^6H^5 \quad C^6H^4R \end{array} + 2\,H^2O.$$

La première de ces réactions nous a conduit presque quantitativement aux dérivés cherchés, mais nous avons rencontré quelques difficultés dans l'exécution du second procédé. Le dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé-γ-diphénylé symétrique est en effet un oxydant puissant; il met en liberté l'iode de l'iodure de potassium et oxyde un grand nombre de molécules organiques en se transformant en diphénylanthracène symétrique, conformément à l'équation

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad OH \\ \diagdown\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup\diagdown \\ C^6H^5 \quad OH \end{array} = O + H^2O + \begin{array}{c} C^6H^5 \\ \diagup \\ C \\ C^6H^4\langle|\rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagdown \\ C^6H^5 \end{array},$$

(1) Gomberg, *Deut. chem. Ges.*, t. XXX, 1897, p. 979.

(2) A. Haller et Guyot, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, 1904, p. 795.

de sorte que, dans la plupart de nos essais de condensation, nous n'avons obtenu que les produits d'oxydation des phénols ou des amines mis en œuvre; nous avons pu, cependant, préparer avec d'excellents rendements les produits de condensation normaux avec la diméthylaniline et la diéthylaniline. Chacun d'eux s'est présenté sous deux modifications isomères, fournies en égales quantités et présentant des solubilités tellement différentes qu'elles peuvent être séparées avec la plus grande facilité. Ces deux modifications correspondent, évidemment, aux deux formes stéréoisomères *cis* et *trans*, théoriquement prévues :

$$\begin{array}{ccc} C^6H^5 & & C^6H^4R \\ & \diagdown\ \diagup & \\ & C & \\ C^6H^4 & \diagup\ \diagdown & C^6H^4 \\ & \diagdown\ \diagup & \\ & C & \\ & \diagup\ \diagdown & \\ C^6H^5 & & C^6H^4R \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{ccc} C^6H^5 & & C^6H^4R \\ & \diagdown\ \diagup & \\ & C & \\ C^6H^4 & \diagup\ \diagdown & C^6H^4. \\ & \diagdown\ \diagup & \\ & C & \\ & \diagup\ \diagdown & \\ RC^6H^4 & & C^6H^5 \end{array}$$

Il est à remarquer qu'on devrait retrouver cette isomérie dans le *diol*, qui donne naissance à ces produits de condensation. Nous ne sommes cependant pas parvenu, jusqu'à présent, à provoquer le dédoublement de ce composé par cristallisation fractionnée.

Nous nous bornons aujourd'hui à donner les résultats obtenus par le premier procédé.

Condensation du dihydrure d'anthracène γ hydroxyle-γ-triphénylé, avec les amines et les phénols. — Les produits de condensation de ce carbinol avec les amines se forment, avec la plus grande facilité, lorsqu'on chauffe au réfrigérant ascendant des quantités équimoléculaires des deux composants en solution dans l'acide acétique cristallisable. L'opération est terminée lorsqu'une goutte de la liqueur, projetée dans l'acide sulfurique concentré, ne donne plus la coloration rouge orangé qui s'observe tant qu'il reste du carbinol non transformé ; ce résultat est généralement atteint au bout d'une demi-heure. La présence d'un acide minéral n'est nullement nécessaire pour provoquer la condensation ; toutefois, lorsqu'on opère avec une amine primaire comme l'aniline, il convient de prendre l'alcaloïde sous forme de chlorhydrate ; on s'exposerait, en négligeant cette précaution, à obtenir un isomère du dérivé cherché, isomère dans lequel la condensation se serait effectuée par l'intermédiaire du groupe amidogène, ainsi que l'ont montré MM. Ullmann et Münzhuber. La condensation avec les phénols s'effectue également en milieu acétique bouillant, mais il est nécessaire

d'ajouter une petite quantité d'acide sulfurique concentré. La liqueur, qui a pris une teinte orangé intense, grâce à la présence de l'acide minéral, se décolore spontanément au bout de quelques minutes et laisse déposer des cristaux du produit formé.

Nous avons ainsi préparé, avec des rendements sensiblement quantitatifs par condensation avec la diméthylaniline, la diéthylaniline, le phénol et l'aniline, les dihydrures d'anthracène γ-tétraphénylés diméthylamidé, diéthylamidé, hydroxylé et amidé dont la formule générale est la suivante :

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown \; \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle \; \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup \; \diagdown \\ C^6H^5 \quad C^6H^4R \end{array}$$

formule dans laquelle $R = N(CH^3)^2$, $N(C^2H^5)^2$, NH^2, OH.

Le *dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé diméthylamidé* se présente sous la forme de petits cristaux blancs, fondant vers 285°, solubles dans l'acide chlorhydrique d'où le chlorure de platine précipite un chloroplatinate en fines aiguilles d'un jaune pâle.

Le *dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé diéthylamidé* constitue de fines aiguilles incolores fondant à 216°.

Le *dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé hydroxylé* cristallise en petits prismes brillants, fondant vers 308°, insolubles dans les lessives alcalines, mais très solubles dans les solutions alcooliques de potasse.

Le *dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé monoamidé* se présente sous la forme de petits cristaux blancs, fondant vers 320°. Traité par l'azotite de soude en milieu chlorhydrique, ce dernier corps s'est laissé diazoter et transformer en un colorant rouge insoluble par copulation avec le β-naphtol. Cette expérience met en évidence la présence d'un groupe aminogène dans notre produit et montre par là que nous avons bien entre les mains le composé dont nous venons de donner la formule et non son isomère

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown \; \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle \; \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup \; \diagdown \\ C^6H^5 \quad NHC^6H^5 \end{array}$$

Dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé ethoxylé. — Ce composé prend naissance lorsqu'on cherche à remonter du diazoïque précédent au carbure $C^{38}H^{28}$ par ébullition au sein de l'alcool absolu. Il se présente en très petits cristaux d'un blanc pur fondant vers 265°, très difficilement solubles dans tous les véhicules organiques. Sa formule est

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown \ \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup \ \diagdown \\ C^6H^5 \quad C^6H^4OC^2H^5 \end{array}$$

Dans une prochaine Communication nous aborderons l'étude des produits de condensation du dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé-γ-diphénylé avec la diméthylaniline et la diéthylaniline.

MÉDECINE. — *Traitement mixte des Trypanosomiases par l'acide arsénieux et le trypanroth.* Note de M. **A. Laveran.**

J'ai montré déjà qu'on pouvait guérir les petits rongeurs (souris, rats) infectés de Mbori ou de Surra, à l'aide du trypanroth et mieux encore à l'aide d'un traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth; dans les infections produites par *Trypanosoma gambiense,* ces médicaments m'avaient paru peu efficaces [1].

J'ai continué mes recherches sur ce sujet en les étendant à d'autres animaux que les petits rongeurs; les résultats favorables obtenus précédemment au moyen de l'emploi combiné de l'acide arsénieux et du trypanroth ont été confirmés; j'ai constaté en outre que cette même médication jouissait d'une efficacité incontestable dans les infections produites par *Trypanosoma gambiense.*

Je crois inutile de revenir sur les conditions du traitement de la Mbori ou du Surra, chez les petits rongeurs, à l'aide du trypanroth seul ou de

(1) A. Laveran, *Comptes rendus,* séance du 4 juillet 1904. Je rappelle que P. Ehrlich et K. Shiga ont employé les premiers, avec succès, le trypanroth (produit colorant de la série benzopurpurine) dans le traitement d'une Trypanosomiase, le Caderas, chez la souris (*Berlin. klin. Wochenschr.,* 28 mars et 4 avril 1904).

l'acide arsénieux et du trypanroth. La guérison est obtenue plus facilement dans la Mbori, qui paraît être une forme atténuée du Surra, que dans le Surra lui-même (¹). Je possède des rats et des souris guéris de Mbori ou de Surra depuis 7, 8 et 9 mois. La guérison des Trypanosomiases chez ces animaux est complète; le sang des animaux guéris n'est plus infectieux; pour m'en assurer, j'ai saigné à blanc un rat guéri de Mbori depuis plusieurs mois et j'ai injecté la totalité du sang dans le péritoine d'un cobaye qui ne s'est pas infecté.

Une chienne du poids de $12^{kg},500$, inoculée de Mbori le 7 septembre 1904, a été guérie par le traitement mixte (acide arsénieux et trypanroth).

Les animaux guéris n'ont pas l'immunité qui s'observe chez les animaux (Bovidés, chèvres, moutons) qui ont résisté à une atteinte de Mbori ou de Surra. Ayant inoculé, à diverses reprises, la Mbori à des souris ou à des rats guéris de cette Trypanosomiase, j'ai constaté que, chez ces animaux, la maladie évoluait comme chez des animaux neufs et qu'elle se terminait invariablement par la mort.

Je m'occuperai spécialement, dans cette Note, des infections produites par *Trypanosoma gambiense*, qui présentent un intérêt tout particulier pour le médecin, puisque ce Trypanosome paraît bien être l'agent de la maladie du sommeil.

J'ai obtenu des guérisons chez le rat et chez le chien; le cobaye, beaucoup plus sensible que le rat à l'acide arsénieux et au trypanroth (²), s'est montré plus réfractaire. Des expériences sur des singes macaques sont en cours.

Lorsqu'on fait à un animal infecté de *Trypan. gambiense* une injection d'acide arsénieux et, 48 heures après, une injection de trypanroth, et qu'on attend la réapparition des Trypanosomes dans le sang pour intervenir à nouveau, les résultats sont beaucoup moins favorables que si l'on fait des traitements successifs, sans attendre les rechutes; les avantages des traitements successifs ont été signalés dans une autre maladie due également à des Protozoaires parasites du sang : le Paludisme.

(¹) Vallée et Panisset, *Sur les rapports du Surra et de la Mbori* (*Comptes rendus*, séance du 21 novembre 1904). — A. Laveran, *Observations au sujet de cette Note* (même séance).

(²) Un rat de 200^{g} supporte bien 1^{mg} d'acide arsénieux et 2^{cg} de trypanroth; chez un cobaye de 400^{g} à 500^{g}, il ne faut pas dépasser les doses de 1^{mg} d'acide arsénieux et 15^{mg} de trypanroth. Plusieurs cobayes en traitement par le trypanroth ont succombé à des congestions rénales et à des néphrites.

Chez le rat, trois traitements à 8 jours d'intervalle les uns des autres suffisent en général, comme le montrent les observations ci-jointes. Chaque traitement se compose d'une injection d'acide arsénieux ($0^{mg},1$ pour 20^{g} d'animal) et, 48 heures après, d'une injection de trypanroth (2^{mg} pour 20^{g} d'animal). Cette médication donne lieu à un amaigrissement passager chez les rats qui y sont soumis; les téguments sont fortement colorés en rouge; les urines sont roses et souvent albumineuses. Les injections d'acide arsénieux et de trypanroth faites dans les muscles des cuisses avec des solutions stérilisées ne donnent lieu, chez le rat, à aucun accident local.

Le 17 octobre 1904 trois rats blancs sont inoculés, dans le péritoine, avec du sang dilué de cobaye infecté de *Trypan. gambiense*.

Rat n° 1, poids 144^{g}. — Le 29 octobre l'examen du sang révèle l'existence de Trypanosomes rares; acide arsénieux $0^{mg},7$. — 31 octobre, l'examen du sang est négatif, trypanroth 15^{mg}. — 5 novembre, les Trypanosomes n'ont pas reparu. Nouveau traitement par l'acide arsénieux et le trypanroth donnés à 48 heures d'intervalle, aux mêmes doses que la première fois. — 14 novembre, les Trypanosomes n'ont pas reparu; troisième traitement par l'acide arsénieux et le trypanroth toujours aux mêmes doses. — 16 novembre, urines roses, légèrement albumineuses. — 5 décembre, les Trypanosomes n'ont pas reparu, le rat pèse 134^{g}. — 11 janvier 1905, le rat qui avait diminué de poids sous l'influence du traitement pèse aujourd'hui 142^{g}. — 28 janvier, les Trypanosomes n'ont pas reparu depuis le 29 octobre 1904, c'est-à-dire depuis 91 jours, et le rat peut être considéré comme guéri.

Rat n° 2, poids 147^{g}. — Le 29 octobre on note l'existence dans le sang de rares Trypanosomes, le traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth est institué et suivi comme chez le rat n° 1 (trois traitements à 8 jours d'intervalle, mêmes doses des deux médicaments). Les Trypanosomes disparaissent à la suite de la première injection d'acide arsénieux et ne reparaissent pas. Le 5 décembre on note une légère diminution de poids, 136^{g}, mais l'amaigrissement n'est pas durable. Le 11 janvier le poids est de 154^{g} et le 28 janvier les Trypanosomes ayant disparu du sang depuis 91 jours, la guérison peut être considérée comme définitive.

Rat n° 3, témoin des précédents, poids 152^{g}. — Le 9 novembre, Trypanosomes rares dans le sang; le nombre des parasites augmente jusqu'au 22 novembre, puis il diminue pour augmenter de nouveau d'une manière continue. — 4 décembre, Trypanosomes très rares; 8, Trypanosomes non rares. Le poids est de 180^{g}. — Du 20 décembre 1904 au 11 janvier 1905, Trypanosomes nombreux. — Le 11 janvier, le poids est de 178^{g}. — 17 janvier, Trypanosomes très nombreux. — Mort le 22 janvier. Le rat pèse 122^{g}; sa rate, volumineuse, pèse 3^{g}.

Un rat inoculé le 22 juin 1904 et qui le 22 juillet avait dans son sang des *Trypan. gambiense* assez nombreux, a été guéri après avoir subi deux traitements par l'acide arsénieux et le trypanroth. Depuis 6 mois les exa-

mens du sang de ce rat ont toujours été négatifs, la guérison n'est donc pas douteuse.

Les chiens supportent bien l'acide arsénieux à condition qu'on injecte la solution arsénicale dans les veines. Les injections faites dans le tissu conjonctif sous-cutané ou dans les muscles provoquent facilement des phlegmons.

Il est prudent de ne pas dépasser la dose de $1^{mg},5$ d'acide arsénieux par kilogramme d'animal; chez des chiens de 10^{kg} à 12^{kg}, les doses de 14^{mg} à 16^{mg} ont suffi d'ailleurs pour faire disparaître les Trypanosomes.

J'ai employé la solution suivante :

Eau distillée	250^{g}
Chlorure de sodium chimiquement pur	1,70
Arsénite de soude chimiquement pur	1,63

On ajoute une goutte de solution de soude pour rendre la liqueur franchement alcaline et l'on stérilise à l'autoclave.

1^{cm^3} de la solution représente 4^{mg} d'acide arsénieux.

Les chiens de 10^{kg} à 12^{kg} ont bien supporté, en général, des doses de trypanroth de 30^{cg} à 40^{cg}. Je dois noter cependant que deux de ces animaux ont succombé au cours du traitement; chez l'un d'eux il y avait une néphrite interstitielle, évidemment ancienne, qui a dû contribuer beaucoup à la terminaison funeste en gênant l'élimination des médicaments; chez l'autre chien, j'ai noté une néphrite épithéliale. D'après les renseignements que j'ai recueillis, la néphrite est commune chez le chien.

Les deux observations qui suivent sont des exemples de guérison de l'infection produite, chez le chien, par *Trypan. gambiense*.

1° Un chien du poids de 13^{kg} est inoculé le 12 octobre 1904 avec le sang d'un cobaye infecté de *Trypanosoma gambiense*. Le 24 octobre, le sang du chien contient des Trypanosomes en petit nombre. Acide arsénieux 16^{mg} en injection intra-veineuse. — 26 octobre : examen du sang négatif au point de vue de l'existence des Trypanosomes. Trypanroth 40^{cg} en injection intra-musculaire. — Du 29 octobre au 8 décembre, tous les examens du sang sont négatifs. — Le 8 décembre je note l'existence de Trypanosomes très rares. Acide arsénieux 16^{mg} en injection intra-veineuse. — 11 décembre : les Trypanosomes ont disparu; trypanroth 40^{cg}. — Du 16 au 23 décembre les examens du sang sont négatifs. — Le 23 décembre, sans attendre la réapparition des Trypanosomes, on fait un nouveau traitement. Acide arsénieux 16^{mg} le 23 décembre, trypanroth 30^{cg} le 26 décembre. — Le 28 décembre le poids du chien est de $11^{kg},600$, état général très satisfaisant. — Le 5 janvier le poids est de $11^{kg},800$ et le 13 janvier de $12^{kg},300$. Tous les examens du sang faits du 26 décembre au 29 janvier 1905 sont négatifs.

2° Un chien du poids de $10^{kg},500$ est inoculé, le 11 novembre 1904, avec le sang d'un cobaye infecté de *Trypanosoma gambiense*. Le 21 novembre, je constate l'existence de Trypanosomes rares dans le sang du chien; injection intra-veineuse d'une solution arsénicale représentant 14^{mg} d'acide arsénieux. — 23 novembre, les Trypanosomes ont disparu; trypanroth 30^{cg}. — 30 novembre, Trypanosomes très rares; acide arsénieux 16^{mg} en injection intra-veineuse. — 2 décembre, les Trypanosomes ont disparu; trypanroth 30^{cg}. — Du 2 au 20 décembre, les Trypanosomes ne reparaissent pas. Le 20 décembre, sans attendre une rechute probable, je fais un troisième traitement (acide arsénieux 14^{mg} le 20 décembre et trypanroth 30^{cg} le 23). — 28 décembre, le poids du chien est de $11^{kg},800$. — 4 janvier 1905, les Trypanosomes n'ont pas reparu, néanmoins je fais un quatrième traitement (acide arsénieux 14^{mg} le 4 janvier, trypanroth 30^{cg} le 7). — Le poids du chien est de $11^{kg},900$ le 5 janvier et de $12^{kg},200$ le 13 janvier. Le 29 janvier, les Trypanosomes n'ont pas reparu dans le sang du chien qui est en excellent état et qui peut être considéré comme guéri.

La guérison spontanée des infections produites par *Trypan. gambiense* étant tout à fait exceptionnelle [1], les observations résumées dans cette Note me paraissent démontrer que ces infections sont curables au moins chez certaines espèces animales. La médication la plus efficace consiste, actuellement [2], dans l'emploi de traitements successifs par l'acide arsénieux et le trypanroth. Les doses de ces médicaments efficaces dans le traitement des Trypanosomiases étant voisines des doses toxiques et la toxicité étant variable suivant les espèces animales, on conçoit que, pour chaque espèce, les doses à prescrire doivent être rigoureusement déterminées, ce qui est particulièrement difficile pour l'espèce humaine.

MÉCANIQUE. — *Faculté que le béton armé possède de supporter de grands allongements*. Note de M. CONSIDÈRE.

Dans trois Communications faites à l'Académie le 12 décembre 1898, le 2 janvier 1899 et le 18 août 1902, j'ai rendu compte d'expériences qui démontrent les faits suivants :

« Lorsqu'on soumet des pièces de béton armé à la traction simple ou à

(1) Je parle du Trypanosome avec lequel j'expérimente en ce moment; la virulence de ce Trypanosome pour les rats et les chiens a été exaltée par de nombreux passages chez ces animaux.

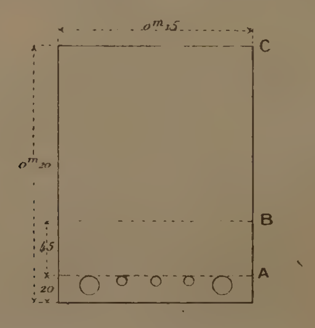
(2) Il faudra chercher, bien entendu, à perfectionner cette médication; il est à désirer, par exemple, que l'on puisse remplacer le trypanroth par une substance aussi active et moins toxique.

la flexion, les fibres tendues se comportent comme si elles n'étaient pas armées tant que leur tension et leur allongement ne dépassent pas ceux que le béton non armé peut supporter sans se rompre. Si l'épreuve est poussée plus loin, le béton armé et préparé comme il convient peut supporter des allongements beaucoup plus forts pendant lesquels sa tension reste sensiblement constante et, par suite, son module d'élasticité est nul. »

Ces faits, acceptés par nombre d'ingénieurs comme base de la théorie et du calcul des constructions armées, ont été accueillis par d'autres avec incrédulité, malgré l'explication que j'en avais donnée dans la Communication du 2 janvier 1899. Des savants allemands et américains ont fait des expériences de contrôle; ils ont observé que les pièces armées fabriquées sous leur direction se fissuraient dès qu'elles subissaient les allongements sous lesquels se brise le béton non armé; ils ont décrit les moyens employés par eux pour déceler les fissures capillaires et la conclusion qui ressort, implicitement au moins, de leurs publications est que, dans mes expériences aussi, il a dû se produire des fissures que je n'ai pas réussi à apercevoir.

Pour trancher cette question, qui a une sérieuse importance au point de vue de la théorie du béton armé et aussi des propriétés générales des corps qui ont une constitution moléculaire analogue à celle des bétons et mortiers, j'ai cru utile de faire de nouvelles expériences. Elles ont été exécutées au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, sous la direction de M. Mesnager, avec la collaboration de M. Mercier.

Des ouvriers de M. Grouselle, entrepreneur de béton armé, ont fabriqué deux poutres de 3^m de longueur et de la section ci-dessous en employant les



procédés pratiques dont ils avaient l'habitude et sans prendre de précautions spéciales.

Le béton renfermait 400^{kg} de ciment de Portland de la marque E. Candlot et Cie pour 400^{l} de sable et 800^{l} de gravier calcaire. La quantité d'eau employée pour le gâchage représentait 9,6 pour 100 du poids des matières sèches.

L'armement de la poutre consistait en deux barres d'acier doux de 16^{mm} de diamètre et trois barres de 12^{mm} placées près de la face qui devait subir les plus grands allongements.

L'une de ces poutres a été conservée à l'air et couverte de sacs vides et de planches qu'on arrosait fréquemment pendant le premier mois et tous les deux jours ensuite; l'autre a été immergée après un jour de durcissement et conservée sous l'eau.

Ces poutres, fabriquées les 27 et 28 mai 1904, ont été essayées par flexion les 21 novembre et 22 décembre. Posées sur des appuis distants de $0^{m},05$ de leurs extrémités, elles ont subi la pression d'un appareil hydraulique en deux points placés symétriquement à $0^{m},70$ de part et d'autre du milieu, de sorte que, sur une longueur de $1^{m},40$, le moment de flexion était constant et l'effort tranchant nul.

Au milieu de cette longueur, on a observé les allongements de la face tendue sur une longueur de $1^{m},02$, au moyen de deux microscopes montés sur une même tige et l'on a mesuré les raccourcissements de la partie comprimée sur une longueur de $0^{m},50$ au moyen de deux appareils Manet-Rabut placés sur les faces latérales.

Conformément au plan fixé d'avance, on a arrêté le chargement au moment où l'allongement des fibres extrêmes du béton était de $0^{mm},625$ pour la première poutre et de $1^{mm},300$ pour la seconde. On n'apercevait alors au microscope aucune fissure dans l'enduit mince et lisse de ciment pur qui avait été appliqué sur la face tendue pour faciliter l'examen.

Pour chaque poutre on a ensuite enlevé au burin le béton qui recouvrait les armatures et arraché celles-ci avec précaution, puis on a aplani, autant que possible, la surface du béton ainsi entamé.

Enfin on a détaché, à la scie, du reste de la poutre la plaquette AB dont la section est hachurée dans la figure.

En faisant l'épure des déformations, on a reconnu que les diverses fibres des plaquettes ainsi isolées avaient subi des allongements compris entre $0^{mm},22$ et $0^{mm},50$ pour la première et entre $0^{mm},56$ et $1^{mm},07$ pour la seconde et l'on sait que le béton non armé se brise dès que son allongement dépasse $0^{mm},10$ à $0^{mm},20$.

Ces plaquettes privées du secours des armatures métalliques et du béton

moins fatigué auraient dû tomber en morceaux au moment où la scie les a isolées si le béton armé avait la même limite d'allongement que le béton non armé. Or il n'en a rien été et l'on n'y a aperçu aucune trace de fissure.

Pour rendre impossible toute contestation, on a soumis ces plaquettes à des épreuves de flexion et l'on a reconnu qu'elles avaient une grande résistance.

Pour avoir un terme de comparaison, on a essayé de la même manière les parties supérieures BC des poutres dont on avait détaché les plaquettes en question. Le Tableau suivant donne les résistances calculées par la formule qui est généralement employée pour les pièces élastiques soumises à la flexion.

Désignation des poutres.	Partie essayée.	Position.	Résistance.
Poutre n° 1.	Plaquette AB.	Comme dans la figure.	$32^{kg},8$
»	»	Renversée.	$27^{kg},1$ et $32^{kg},2$
»	Partie BC.	»	$36^{kg},1$
Poutre n° 2.	Plaquette AB.	Comme dans la figure.	$22^{kg},2$
»	Partie BC.	Renversée.	$28^{kg},9$

Pour apprécier ces chiffres il faut tenir compte des faits suivants :

Les faces des plaquettes AB avaient été obtenues l'une par burinage, l'autre par sciage du béton et l'outil y avait fait des blessures qui pouvaient amorcer des fissures et hâter la rupture.

D'autre part, l'essai des plaquettes AB a eu lieu le 28 novembre et le 12 décembre et celui des parties BC le 12 janvier. La résistance du béton a certainement augmenté entre ces dates surtout pour la poutre n° 2 qui a été immergée jusqu'au 1er décembre et conservée depuis hors de l'eau. Exposée à l'air, la chaux encore libre a dû se carbonater en augmentant la résistance du béton.

Il est donc démontré non seulement que le béton armé et convenablement préparé peut subir, sans se briser, des allongements très supérieurs à ceux qui brisent toujours le béton non armé, mais encore qu'après ces déformations considérables il possède une résistance à la traction comparable et peut-être égale à celle du béton qui n'a subi aucune déformation préalable.

Il est non moins certain que les constructions armées présentent généralement des fissures et la principale cause de cette différence est la suivante.

Le béton exposé à l'air sec après sa fabrication subit un très fort retrait pendant les premiers jours et n'a d'abord qu'une faible résistance. Si sa

contraction est entravée par des armatures métalliques, il n'a ni la force nécessaire pour imposer au métal des raccourcissements importants ni la ductilité qu'il faudrait pour se plier à ses exigences. Il se produit généralement des fissures d'abord invisibles qui s'ouvrent et se prolongent lorsque la pièce armée est soumise à des tensions mécaniques. Au contraire, si l'on maintient le béton constamment humide pendant un temps suffisant, son retrait est nul et rien ne tend à y produire des fissures pendant qu'il acquiert de la résistance et de la ductilité. Sans doute, le béton tend à se raccourcir lorsqu'on cesse de le maintenir humide, mais il possède alors une résistance élevée et la faculté de supporter de grands allongements et il ne se fissure pas malgré l'entrave que les armatures apportent à sa contraction.

L'éventualité des fissures force à donner aux armatures des sections suffisantes pour résister à la totalité des tensions, mais il est néanmoins indispensable de connaître les lois qui régissent les déformations non élastiques du béton armé. En effet, sans elles, on ne saurait déterminer ni les déformations des constructions armées ni les répartitions d'efforts dans les cas où elles dépendent des déformations, ni les positions de l'axe neutre dans les pièces fléchies et, par suite, les pressions qui se développent dans leurs fibres comprimées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Bachelier** soumet au jugement de l'Académie un nouveau Mémoire intitulé : *Probabilités continues du troisième genre*.

(Renvoi à l'examen de M. H. Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Cours du Collège de France de 1880 *à* 1904 *et Travaux du laboratoire de* 1875 *à* 1904, par M. Ch.-A. François-Franck.

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète à courte période* 1904 *e* (*Borrelly, 28 déc.* 1904). Note de M. G. **Fayet**, présentée par M. Lœwy.

Les observations de cet astre s'étendant maintenant sur près d'un mois, on a pu entreprendre une nouvelle recherche relative à son orbite, avec une base beaucoup plus sûre; les résultats confirment pleinement le caractère périodique de cette comète, caractère que l'on avait déjà indiqué ici comme très probable.

On a pris cette fois, comme point de départ, les lieux suivants :

1905.	λ 1905,0.	β 1905,0.
Janvier 0,5.............	14°.22′.15″,97	−15°. 6′. 1″,80
6,5.............	18.15.30,28	−11.22.42,00
10,5.............	20.55.11,75	− 8.58.29,06
26,26764.........	31.47.45,53	− 0.18.59,82

Les trois premiers d'entre eux sont des lieux normaux, reposant chacun respectivement sur neuf, six et sept observations; la dernière position résulte d'une mesure que M. Bigourdan a bien voulu faire à notre intention, et qui est en parfait accord avec une observation du même jour que vient de nous communiquer M. le Directeur de l'Observatoire de Besançon.

On a utilisé la méthode de la variation des distances géocentriques extrêmes; après plusieurs essais, dont on ne croit pas utile de donner ici le détail, on a été amené à considérer l'orbite suivante comme la plus probable :

T = 1905 janvier 16,65370, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 76^\circ.41'.34'',49 \\ i &= 30.31.58,75 \\ \omega &= 352.13.58,98 \end{aligned}\right\} 1905,0$$

$$\log q = 0,145175,$$
$$\log e = 9,792206,$$
$$\mu = 503'' 932.$$

Ce système, en effet, ne laisse subsister, dans les lieux intermédiaires, que les écarts suivants qu'on ne peut guère espérer plus faibles avec un calcul à six décimales :

		$d\lambda$.	$d\beta$.
O − C	Janvier 6,5.............	−0″,16	+0″,22
	10,5.............	−0,58	−0,24

Il semble donc que le nouvel astre, découvert par M. Borrelly, est venu augmenter

le nombre des comètes à courte période; le système précédent conduit à une durée de révolution d'environ 7 ans.

ASTRONOMIE. — *Ombre secondaire observée sur les anneaux de Saturne en octobre, novembre et décembre* 1904. Note de Dom **M. Amann** et Dom **Cl. Rozet**, présentée par M. Wolf.

Au cours des observations de Saturne, faites à Aoste (Italie) dans les derniers mois de 1904, nous avons constaté sur les anneaux de cette planète une particularité qu'il nous paraît bon de signaler.

Le 20 octobre dernier, le premier des deux observateurs apercevait assez facilement, à une certaine distance de l'ombre de Saturne projetée sur son anneau, une autre ombre plus étroite et bien moins accentuée, qui traversait sous forme de ligne courbe les anneaux dans toute leur largeur.

Par suite de la convexité des anneaux, l'ombre de la planète présente à son bord extérieur une courbure concave; la nouvelle ombre présente, elle aussi, une courbure, mais de sens contraire à la précédente. Cette inflexion a été constamment observée.

Entre le 20 octobre et le 15 novembre, malgré une dizaine de bonnes observations, cette ombre n'a pas été remarquée; mais, à partir du 15 novembre jusqu'à la fin de décembre, elle est indiquée sur tous nos dessins, au nombre de 26 [1].

Sa courbure, très prononcée le 15 novembre, a depuis varié d'une façon irrégulière. Nettement définie du côté de la planète, l'ombre allait en s'atténuant à l'extérieur; en outre la partie située sur l'anneau intérieur était toujours plus large et plus accentuée que l'autre partie, qui, le 20 novembre, fut invisible.

Deux dessins du second observateur, faits les 28 et 29 novembre, montrent l'existence d'une troisième ligne d'ombre, plus mince et plus faible que la précédente, très rapprochée de l'ombre principale due à la planète. Enfin, sept dessins exécutés du 22 au 27 décembre indiquent nettement une bifurcation de la partie de l'ombre secondaire projetée sur l'anneau intérieur. Cette ombre alors est assez bien représentée par la lettre γ.

Les mesures prises sur les dessins donnent pour la distance de l'ombre au bord du disque une valeur moyenne de 0,13, le diamètre équatorial de Saturne étant 1. Les valeurs extrêmes sont de 0,11 et 0,16, cette dernière étant fournie par les observations de décembre.

La portion des anneaux comprise entre l'ombre de la planète et celle qui fait l'objet de la présente Note nous a paru d'ordinaire plus brillante que les autres parties éclairées de ces anneaux.

---

[1] Après le 27 décembre, les perturbations atmosphériques et la position de Saturne trop rapprochée de l'horizon n'ont plus permis de poursuivre ces observations.

Ces diverses indications prouvent suffisamment que la ligne sombre dont il est question n'appartient pas aux anneaux, n'est pas une tache, puisqu'elle n'est pas entraînée dans leur mouvement de rotation. Est-ce une ombre véritable, résultant d'une interception des rayons solaires par un corps opaque? De prime abord on pourrait le supposer; mais l'éclat plus accentué de la portion des anneaux comprise entre la ligne sombre et la partie éclipsée par la planète fait penser plutôt à une déviation, par réfraction, de la lumière du Soleil aux environs de la planète. Les rayons lumineux ainsi déviés laisseraient naturellement une région moins éclairée entre la zone de concentration et le reste de l'anneau éclairé normalement.

Il est à remarquer que les rayons solaires qui éclairent la portion susdite, plus lumineuse, des anneaux, passent à la latitude de la région actuellement la plus tourmentée de Saturne, celle de la zone obscure de l'hémisphère nord.

L'instrument qui nous a servi pour ces observations est un équatorial de 170^{mm} d'ouverture utile et de $2^m,02$ de longueur focale. Les différents oculaires employés donnaient des grossissements compris entre 157 et 350 fois. Quant aux conditions atmosphériques, elles ne laissaient généralement rien à désirer ([1]).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des ensembles fermés.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. Émile Picard.

Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Riesz indique une intéressante généralisation d'un théorème que j'ai donné en 1894 dans ma Thèse, et utilisé depuis dans plusieurs travaux. Cette généralisation a été donnée pour la première fois par M. Henri Lebesgue, dont la démonstration est à peu près identique à celle que donne M. Riesz (voir, pour plus de détails, LEBESGUE, *Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions*

([1]) Pour nous rendre compte des conditions atmosphériques aux jours des observations, nous avons répété les expériences sur la scintillation que M. Bourget fit au Pic du Midi (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1419). Les nombres obtenus à l'équatorial de 170^{mm} pour le rayon de courbure des ondes lumineuses varient de 6300^m à 20400^m.

On peut encore ajouter comme preuve de la netteté des images que, le 24 novembre, le 14 et le 20 décembre, nous avons remarqué que l'ombre de la planète était moins accentuée sur l'anneau intérieur que sur l'autre.

primitives, p. 105, et BOREL, *Leçons sur les fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynomes*, p. 9).

Plus récemment, M. René Baire m'a communiqué une démonstration de la généralisation de M. Lebesgue, qui n'est pas plus simple que celle de M. Lebesgue, mais qui me paraît, à certains égards, intéressante. Voici comment on peut l'exposer, en se bornant au cas du continu à une dimension :

Soient donnés des intervalles tels que tout point du segment 0 — 1 soit *intérieur* à l'un d'eux (le mot *intérieur* est pris au sens étroit, c'est-à-dire que les extrémités d'un intervalle ne sont pas regardées comme intérieures à l'intervalle). A tout nombre x compris entre 0 et 1 on peut faire correspondre un nombre ε défini comme il suit : soient ab l'un des intervalles contenant x et h le plus petit des deux nombres positifs $x-a$ et $b-x$; le nombre ε est la limite supérieure des valeurs de h qui correspondent à tous les intervalles ab contenant x. Il est visible que le nombre ε ainsi défini est une fonction continue de x, lorsque x varie entre 0 et 1; cette fonction continue admet donc une limite inférieure η qu'elle atteint effectivement et qui, par suite, ne peut pas être nulle. En désignant par η' un nombre positif quelconque inférieur à η, il est visible que tout point x compris entre 0 et 1 est à l'intérieur d'un intervalle ab tel que $b-x$ et $x-a$ soient tous deux supérieurs au nombre déterminé η'; il est clair, dès lors, que l'on peut recouvrir tout l'intervalle 0 — 1 par un nombre d'intervalles au plus égal à l'entier immédiatement supérieur à $\frac{1}{\eta'}$; donc, par un nombre fini d'intervalles. C'est le résultat qu'on voulait démontrer.

Cette démonstration de M. Baire n'est pas sans analogie avec celle que Heine a donnée de l'uniformité de la continuité (*Journal de Crelle*, t. 74). C'est sans doute à cause de cette analogie que certains auteurs ont donné au théorème dont il est question le nom de *théorème de Heine-Borel*. Il semble d'ailleurs que l'on ait cru parfois que j'avais donné l'énoncé généralisé dû à M. Lebesgue, c'est-à-dire que l'on n'ait pas pris garde que mes deux démonstrations (dont la première a des points communs avec celle de M. Lebesgue) supposent toutes deux la dénombrabilité de l'ensemble des intervalles donnés. Je suis heureux que l'occasion me soit offerte de signaler la part qui est due à M. Lebesgue dans le théorème généralisé et ses applications (*voir* sa Thèse et les Livres cités plus haut).

La propriété énoncée dans ce théorème *caractérise* les ensembles fermés. [Voir BOREL, *Contribution à l'analyse arithmétique du continu* (*Journal de M. Jordan*, 1903, p. 329, et O. VEBLEN, *The Heine-Borel theorem* (*Bulletin of the American mathematical Society*, 1904, p. 436).]

En d'autres termes, *pour qu'un ensemble* E *soit tel que, si chacun de ses*

points A *est intérieur à un ensemble fermé d'un même nombre de dimensions* e_A, *il en résulte que chacun de ses points est intérieur à un nombre fini d'ensembles choisis parmi les* e_A, *il est nécessaire et suffisant que l'ensemble* E *soit fermé.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros des fonctions entières d'ordre infini non transfini.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

Voici un certain nombre de résultats pris parmi les plus saillants de ceux que je viens d'obtenir au sujet des zéros des fonctions entières d'ordre infini non transfini.

I. Soient $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n, \ldots$ les zéros d'une fonction entière rangés par ordre de module croissant, et

$$r_n > (\log_{k_1} n)^{\frac{1}{\sigma}} \qquad (k_1 \text{ et } \sigma \text{ fixes}, k_1 > 0, |\alpha_n| = r_n)$$

dès que n est assez grand. J'appellerai *produit canonique de facteurs primaires* corrélatif le produit

$$\Phi(z) = \Pi\left(1 - \frac{z}{\alpha_n}\right) e^{\frac{z}{\alpha_n} + \frac{z^2}{2\alpha_n^2} + \ldots + \frac{z^{\rho_n}}{\rho_n \alpha_n^{\rho_n}}},$$

où $\rho_n = \tau_n \log n$, τ_n restant compris entre deux limites fixes arbitraires > 0. Alors, quand $|z| = r$ est assez grand,

$$|\Phi(z)| \leqq e_{k_1+1}(r^{\sigma+\varepsilon}) \quad (^1).$$

$\Phi(z)$ *est une fonction entière d'ordre non transfini* (k, ρ). *On a (pour* n *assez grand)*

$$r_n > (\log_k n)^{\frac{1}{\rho+\varepsilon'}},$$

et, pour une infinité de valeurs de n,

$$r_n \leqq (\log_k n)^{\frac{1}{\rho-\varepsilon'}}.$$

II. 1° Étant donnée une fonction entière $F(z)$ d'ordre (k, ρ) non transfini (k ou $\rho > 0$), si l'on décrit autour de chaque zéro α_n comme centre

---

(1) $\varepsilon, \varepsilon', \ldots$ sont toujours des quantités fixes positives, qu'on peut prendre aussi petites qu'on veut dès que h est assez grand.

un cercle Γ_n de rayon $\eta = e_{k_2}(r_n^\tau)^{-1}$, avec (k_2, τ) quelconque $> (k, \rho)$ [1], *en tout point extérieur à ces cercles dès que* $r = |z|$ *est assez grand, on a*

$$|F(z)| > e_{k_2+1}(r^{\tau_1})^{-1}$$

[τ_1 *arbitraire, pourvu que* $(k_2, \tau_1) > (k, \rho)$].

La surface totale des cercles Γ_n est limitée.

2° *Pour une fonction entière d'ordre* $\geqq (k, \rho)$, *on peut déterminer une suite indéfinie de couronnes circulaires* D *ayant leur centre à l'origine et telles que, sur toute circonférence concentrique comprise dans une de ces couronnes, le maximum* M_r *du module de* $F(z)$ *pour* $|z| = r$ *soit* $\geqq e_{k+1}(r^{\rho-\varepsilon_1})$. La surface totale de ces couronnes D est infinie.

3° Soient une fonction entière

$$F(z) = \sum a_m z^m$$

d'ordre (k, ρ), (k ou $\rho > 0$); ..., m_1, m_2, ... les valeurs de m croissantes pour lesquelles

$$|a_m^{-1}| \leqq (\log_k m)^{\left(\frac{1}{\rho}+\varepsilon\right)m}.$$

La condition nécessaire et suffisante pour que $F(z)$ *ait sa croissance régulière est que*

$$\lim \left(\frac{\log_{k+1} m_2}{\log_{k+1} m_1}\right) = 1 \quad \text{pour } m_1 = \infty.$$

4° Soit $G(z)$ une fonction entière : *si* $e^{G(z)}$ *est d'ordre* (k, ρ) *non transfini*, $G(z)$ *est d'ordre* $(k-1, \rho)$, $(k > 0)$.

III. Soient $A_1(z)$, ..., $A_\nu(z)$ des fonctions quasi-entières ou quasi-méromorphes aux environs du point essentiel isolé $z = \infty$, et $u(z)$ la fonction à ν branches définie par

$$f(z, u) = u^\nu + u^{\nu-1} A_1(z) + \ldots + A_\nu(z) = 0.$$

Si (k, ρ) est le maximum des ordres apparents de A_1, ..., A_ν, $f(z, u)$ *ne peut avoir* : 1° *son ordre apparent* $< (k, \rho)$ *pour plus de* μ *valeurs finies distinctes de u, et* $\mu \leqq \nu - 1$; 2° *son ordre réel fini* $< (k, \rho)$ *pour plus de* $\mu + \mu_1$ *valeurs finies distinctes de u, et* $\mu_1 \leqq \nu$, $\mu + \mu_1 \leqq 2\nu - 1$; 3° *son ordre*

(1) Ce qui veut dire que l'on a soit $k_2 > k$, soit $\tau < \rho$ avec $k_2 = k$.

réel des zéros $<(k, \rho)$ *pour plus de* $\mu+\mu_1+1 \leqq 2\nu$ *valeurs distinctes, finies ou non, de u.*

Ici l'*ordre réel des zéros* de $A_j(z)$ aux environs de $z=\infty$ est l'ordre du produit canonique formé avec ces zéros; de même, pour *l'ordre réel des pôles, l'ordre réel* (*proprement dit*) est le plus grand de ces deux ordres.

IV. J'ai pu également étendre à peu près complètement aux fonctions entières d'ordre infini non transfini les théorèmes de M. Borel sur la régularité de la distribution des zéros d'une fonction entière d'ordre fini. Ainsi, *quand une fonction entière d'ordre réel et apparent* (k, ρ) *n'a pas sa croissance régulière, la distribution de ses zéros est irrégulière.*

GÉOGRAPHIE. — *Sur la précision de positions géographiques obtenues en cours de voyage avec l'astrolabe à prisme.* Note de M. **Driencourt**, présentée par M. Guyou.

L'Académie, en décernant il y a deux ans le prix *Binoux* à M. A. Claude pour son *Astrolabe à prisme* a proclamé, par la voix autorisée de son rapporteur, la précision merveilleuse avec laquelle on peut, en une heure d'observations par nuit claire, déterminer la latitude et l'heure locale à l'aide de cet instrument. L'affirmation du commandant Guyou était basée sur l'inspection des nombreux résultats que nous avions obtenus à l'Observatoire de Montsouris en 1901 et 1902, M. Claude et moi, en nous plaçant dans les conditions mêmes où l'on se trouve en cours de campagne. La possibilité d'atteindre la même précision en voyage ne pouvait guère faire de doute pour quiconque s'était servi de l'instrument et connaissait la manière de traiter les observations. Toutefois aucune expérience n'était encore venue corroborer cette opinion. Les résultats que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie permettent de combler cette lacune. Ils ont été obtenus par mon collègue M. Cot et moi au cours de la campagne hydrographique de 17 mois que nous venons de faire sur les côtes de Madagascar et durant laquelle nous avons fait usage systématiquement de l'astrolabe de M. Claude toutes les fois qu'il s'est agi de déterminer la latitude ou l'heure en vue du transport du temps.

Je rappelle que cet instrument sert à observer l'instant où la hauteur apparente d'un astre atteint une valeur *rigoureusement invariable* voisine de 60°. La haute précision d'observation qui résulte du fort grossissement

de sa lunette et le grand nombre d'étoiles qu'il permet d'observer en un temps suffisamment court, joints à cette égalité absolue de hauteur, en font, pour cette hauteur unique, le véritable instrument de la méthode des hauteurs égales de Gauss généralisée dont le principe est le suivant :

Si l'on connaissait exactement la hauteur vraie, chaque étoile observée fournirait, pour l'heure de l'observation, un lieu géométrique de la position du zénith perpendiculaire à la direction de l'astre. En ramenant toutes les observations à une même heure de la montre au moyen des heures notées et de la marche supposée connue, on aurait une série de lieux géométriques de la position du zénith à cet instant qui, abstraction faite des erreurs d'observation et de celles des positions d'étoiles, se couperaient au même point. En employant dans le calcul au lieu de la hauteur vraie inconnue une hauteur approchée, on obtient des lieux géométriques tangents à un petit cercle qui a pour centre le zénith et pour rayon l'erreur de la hauteur. Il importe seulement dans l'application, tant pour le choix des étoiles à observer en vue de la meilleure détermination de ce petit cercle que pour son tracé sur le graphique à grande échelle, d'avoir égard à la précision relative de chacun des lieux géométriques, laquelle, en un même lieu, varie avec l'azimut de l'astre.

I. A Madagascar même, nous avons été amenés, par nos travaux, à observer aux cinq points suivants : Nosy Maroantaly et Cap Bepoaka sur la côte ouest, Majunga et Hellville sur la côte nord-ouest, et Antsirana (baie de Diégo-Suarez). En ces trois derniers, comme il ne s'agissait que d'obtenir l'heure, la latitude ayant été déterminée antérieurement au moyen d'un petit cercle méridien portatif, nous aurions pu nous contenter de prendre des étoiles horaires. Nous avons préféré cependant observer dans toutes les directions, car il y a avantage, même lorsqu'on ne cherche qu'une des inconnues, à prendre le problème dans toute sa généralité. Nous avons ainsi obtenu de nouvelles valeurs des latitudes des piliers méridiens de Majunga, Hellville et Antsirana dont la comparaison avec les anciennes va nous permettre de juger de la précision relative des déterminations de latitude avec les deux instruments.

Le Tableau suivant résume les résultats fournis par nos observations en ce qui concerne les latitudes et donne en regard, pour les trois derniers points, les chiffres correspondants obtenus avec le cercle méridien.

	Astrolabe à prisme.				Cercle méridien.			Différence : astrolabe — cercle méridien.
Nom du lieu.	Date.	Nombre d'étoiles.	Latitude observée.	Latitude adoptée.	Nombre de soirées.	Nombre d'étoiles.	Latitude observée.	
Nosy Maroantaly (pointe nord).	27/ 7/03	22	18°24′59″,4 S.	18°24′59″,4 S.	»	»	»	»
	30/ 8 »	18	59,7					
	28/ 9 »	21	59,6					
	29/10 »	17	59,2					

Nom du lieu.	Astrolabe à prisme. Date.	Nombre d'étoiles.	Latitude observée.	Latitude adoptée.	Cercle méridien. Nombre de soirées.	Nombre d'étoiles.	Latitude observée.	Différence : astrolabe — cercle méridien.
Cap Bepoaka (n^eau signal).	14/11/03	20	17°53′13″,5 S.					
	12/ 2/04	28	14,2	17°53′14″,0 S.	»	»	»	»
	12/ 2/04	19	14,2					
Majunga (pilier méridien).	2/ 8/03	17	15.43.22,5 S.					
	31/ 9/ »	21	22,5	15.43.22,3 S.	2	44	15°43′24″,2 S.	−1″,9
	3/11/ »	13	21,7				(M. Favé.)	
Hellville (pilier méridien).	4/10/03	18	13.24.23,5 S.	13.24.23,5 S.	5	61	15.24.23,4 S.	+0,1
							(M. Favé.)	
Antsirana (pilier méridien).	27/ 3/04	18	12.16.20,8 S.		4	59	12.16.19,6 S.	+0,7
	19/ 4/ »	31	20,4				(M. Favé.)	
	24/ 4/ »	19	20,0	12.16.20,3 S.			12.16.23,4 S.	−3,1
	24/ 4/ »	22	20,2				(M. Mion.)	

A part le résultat du 3 novembre à Majunga qui présente quelque incertitude en raison de la variation rapide de marche du compteur dans le cours des observations, et auquel pour ce motif nous avons donné un poids $\frac{1}{2}$, on voit que tous les résultats obtenus en une heure s'écartent au plus d'une demi-seconde de la latitude adoptée correspondante. Ainsi, quoique, par suite de la pénurie d'étoiles bien déterminées dans l'hémisphère sud, nous n'ayons pu en observer que 20 en moyenne par série d'une heure au lieu de 30 que nous avions à Montsouris, l'écart maximum reste sensiblement le même.

Les résultats partiels pour un même point étant absolument indépendants les uns des autres, on peut en conclure que l'erreur de chacun d'eux et *a fortiori* celle de chaque moyenne ne dépasse pas une demi-seconde d'arc.

Partant de là, le Tableau montre :

1° Qu'à Majunga, la latitude fournie par deux longues soirées d'observations au cercle méridien est erronée d'au moins 1″,4;

2° Qu'à Hellville, l'astrolabe, en une heure d'observations, a donné à 0″,1 près le chiffre qui résulte de 5 soirées au cercle méridien avec 61 étoiles;

3° Enfin qu'à Diégo, M. Favé, en 4 soirées avec 59 étoiles, a obtenu un résultat moins approché que l'un quelconque des nôtres, et M. Mion, en 3 soirées avec 17 étoiles seulement il est vrai, a trouvé un chiffre qui s'écarte du véritable d'au moins 2″,6.

C'est à dessein que je cite les noms de ces deux habiles observateurs pour montrer que le petit cercle méridien ne peut guère donner mieux que ce que l'on vient de voir et que, pour obtenir avec cet instrument une latitude aussi précise qu'avec l'astrolabe en une heure, il faut un assez grand nombre de soirées.

II. La *Nièvre* ayant été envoyée à la Réunion à la suite du cyclone du 21 mars 1904 pour porter les secours de la colonie de Madagascar, nous avons profité de ce voyage pour déterminer la position géographique du mât de signaux du Port des Galets en nous servant de l'astrolabe à prisme. Nous avons obtenu pour la latitude de ce point :

Par les observations du 11 avril 1904.................. 20°55′34″,5 S.
» » 12 » .... 20°55′34″,9 S.

La soirée du 11 a été fortement contrariée par les nuages et le tracé du cercle tangent aux droites de hauteur présente une légère incertitude. Celui du 12, au contraire, est bien déterminé. Nous adoptons, en conséquence, le résultat du 12, 20°55′34″,9 ou en chiffres ronds 20°55′35″ S.

III. L'examen des graphiques d'observations montre que l'état du compteur est obtenu, en général, à $0^s,05$ près, erreur à peine supérieure à celle de la latitude : c'est la conclusion à laquelle nous étions arrivés, M. Claude et moi, en 1902, avec les observations faites à Montsouris.

Quant aux différences de longitude par transport de temps qui se déduisent des états ainsi déterminés, elles se ressentent très nettement de leur exactitude, mais il est évident qu'elles ne peuvent rien ajouter à la preuve fournie par les graphiques et, pour cette raison, elles ne sauraient trouver place ici.

PHYSIQUE. — *Sur un enregistreur des ions de l'atmosphère.* Note de MM. **P. Langevin** et **M. Moulin**, présentée par M. Mascart.

I. Les mesures que nous poursuivons au sommet de la tour Eiffel sur le nombre d'ions contenus normalement dans l'air nous ont montré, conformément aux résultats obtenus en Allemagne par d'autres expérimentateurs, l'existence de variations continuelles et rapides. D'où la nécessité de transformer la méthode d'Ebert pour obtenir un enregistrement continu qui soit applicable aussi bien aux ions ordinaires de grande mobilité qu'aux gros ions dont l'existence et l'importance numérique ont été signalées dans une Note présentée par l'un de nous dans la dernière séance. L'énorme différence des mobilités de ces deux sortes d'ions nécessite l'emploi d'enregistreurs différents, basés néanmoins sur le même principe.

II. Nous avons pu réaliser un appareil de ce genre qui fonctionne actuellement au Collège de France et que nous installerons prochainement au sommet de la tour Eiffel.

Un courant d'air puisé à l'extérieur par un aspirateur rotatif que commande une turbine à eau (ou un petit moteur électrique), *dont le fonctionnement n'a pas besoin d'être régulier,* passe d'abord dans un condensateur cylindrique [1] de capacité C

---

[1] Nous nous sommes assurés, par des expériences comparatives, que le passage de l'air dans des tubes métalliques mêmes coudés, avant son arrivée dans le condensateur, ne modifie pas appréciablement les résultats si le séjour dans ces tubes est suffisamment court.

qui peut être chargé par une batterie d'accumulateurs sous une différence de potentiel V et dont l'électrode intérieure peut communiquer, soit avec l'une des paires de quadrants d'un électromètre du genre Curie, très amorti par un dispositif magnétique spécial et dont l'aiguille est chargée, soit avec la cage de cet électromètre maintenue au même potentiel que l'autre paire de quadrants, que l'un des pôles de la batterie V et que les écrans conducteurs disposés autour des canalisations; nous prendrons ce potentiel commun pour zéro. L'autre pôle de la batterie est à l'armature extérieure du condensateur.

Le courant d'air de débit U (environ 10^l par seconde) passe ensuite dans un anémomètre Richard qui peut être remplacé par un compteur à gaz pour les débits plus faibles employés dans les mesures relatives aux gros ions. La minuterie de l'anémomètre ou du compteur porte des contacts disposés de telle manière qu'après passage *d'un volume constant d'air* (7^{m^3} pour l'anémomètre) un mouvement d'horlogerie se déclanche qui accomplit, au moyen de cames convenables, les opérations suivantes :

1° L'électrode E, qui recueillait les ions d'un certain signe et communiquait avec l'électromètre, est séparée de celui-ci qui reste isolé, et ramenée au potentiel zéro où elle est maintenue pendant un temps très court, suffisant pour qu'une came voisine réalise l'inversion du champ dans le condensateur C en inversant les connexions de la batterie V. L'électrode est ensuite isolée et recueille les ions du signe contraire au précédent.

2° L'électromètre qui vient d'être isolé, et qui avait dévié d'une quantité proportionnelle au nombre d'ions recueilli pendant la période précédente, reste isolé pendant un temps suffisant pour que la position atteinte par l'aiguille se marque nettement, grâce à un faisceau lumineux réfléchi, sur un papier sensible que porte un cylindre tournant placé à 1^m environ du miroir de l'électromètre derrière une fente horizontale.

3° Après quelques secondes, l'électromètre est ramené au zéro, où il se fixe presque immédiatement, grâce à son amortissement, et où il reste un temps suffisant pour que cette position se marque à son tour.

4° Enfin l'électromètre est isolé de nouveau et remis en communication avec l'électrode E qui partage avec lui les charges qu'elle a recueillies depuis l'opération 1°, l'ensemble des opérations ultérieures ayant demandé 60 secondes environ. L'électromètre dévie, et cette déviation augmente jusqu'à ce que le volume d'air fixé ait de nouveau passé dans l'anémomètre, en 10 à 15 minutes. Un nouveau contact se produit alors dans la minuterie et la même série d'opérations se répète, alternativement pour les ions des deux signes. On obtient ainsi deux ou trois points par heure pour chaque signe.

La condition pour que l'appareil ait recueilli tous les ions de mobilité supérieure à k est d'après la Note citée :

$$x = \frac{4\pi C}{U} V > \frac{1}{k}.$$

Si l'on veut enregistrer seulement les charges portées par les ions ordinaires, de grande mobilité ($k = 500$ environ si V est mesuré en unités

électrostatiques), on doit employer une capacité faible et de gros débits. Pour mesurer au contraire la totalité des charges portées par les ions petits et gros ($k < \frac{1}{10}$) il faut un débit faible et une grande capacité.

III. Nous pensons pouvoir supprimer l'aspirateur rotatif en utilisant, pour produire le courant d'air à travers l'appareil, le vent qui règne toujours au sommet de la tour Eiffel; nous avons fait construire à cet effet une cheminée coudée tournante, munie d'une girouette que le vent orientera de manière à diriger vers le point d'où il vient l'orifice de la cheminée et à souffler toujours dans l'appareil de mesure. Cet orifice est muni d'un volet à ressort, qui se ferme à mesure que la force du vent augmente et empêche ainsi le débit de varier dans de trop larges limites.

IV. En dehors de l'appareil précédent qui fonctionne en ce moment, nous avons à l'étude un autre enregistreur où serait évitée la complication de remise au zéro périodique de l'électromètre, celui-ci prenant une déviation constamment proportionnelle au nombre d'ions de même signe contenus dans l'air, grâce au dispositif suivant :

Le système isolé électrode-électromètre qui reçoit par unité de temps sous forme d'ions une quantité d'électricité égale à pU, si p est la densité en volume dans l'air des charges portées par les ions soumis à la mesure, est mis en contact par la minuterie de l'anémomètre ou du compteur, c'est-à-dire, par unité de temps, un nombre de fois proportionnel à U, avec un petit conducteur isolé primitivement au potentiel zéro, qui prendra à l'électromètre une charge proportionnelle chaque fois au potentiel de celui-ci, c'est-à-dire à sa déviation δ, et par unité de temps $c\mathrm{U}\delta$, si c est une constante.

La condition de régime permanent est donc

$$c\mathrm{U}\delta = p\mathrm{U}, \qquad \text{d'où} \qquad p = c\delta;$$

la densité cherchée des charges et le nombre des ions sont donc, à chaque instant, proportionnels à la déviation δ.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la trempe des bronzes*. Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. A. Ditte.

On sait que la trempe adoucit certains bronzes. Ce fait est mis en pratique dans la fabrication des tam-tams. D'autre part, M. Riche a montré

que des bronzes assez riches en étain (15 à 20 pour 100) sont malléables à chaud, tandis qu'ils sont brisants à froid.

Nous basant sur le remarquable diagramme établi par MM. Heycock et Neville qui détermine la constitution des alliages cuivre-étain, nous avons cherché à préciser l'influence de la trempe sur les propriétés mécaniques.

A cet effet, nous avons soumis à des trempes, dont la température variait de 300° à 800°, des bronzes renfermant de 5 à 21 pour 100 d'étain.

Les Tableaux suivants résument les principaux résultats obtenus :

Type I. — Cu = 79. Sn = 21.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	20,0	5,5	0
550°	38,6	12,2	2,8
650	38,3	11,1	0,7
700	35,8	21,2	2,9
750	35,2	23,2	1,5

Type II. — Cu = 84. Sn = 16.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	25	4,7	1,4
300°	22	?	0
400	24,4	?	0
500	19,4	5,6	1,4
550	40,1	10,1	5,9
600	42,6	?	3,6
650	36,3	?	1,4
700	34,4	?	2,9
750	29,6	?	5

Type III. — Cu = 87. Sn = 13.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	24,1	13,7	3
500°	21,7	14,0	3
550	23,7	?	5
600	28,0	10,5	10
650	28,0	8,4	9
700	28,0	10,4	13
750	30,5	?	19
800	25,4	8,4	9

TYPE IV. — $Cu = 91$. $Sn = 59$.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	25,4	10,3	16,5
400°	18,4	10,5	14
500	18,4	10,5	11,5
600	25	9,2	23,5
700	25	10,5	23,5
800	20,7	7,1	30
900	3,9	3,9	2

TYPE V. — $Cu = 95$. $Sn = 5$.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	19,2	?	20
300°	24,0	10,3	27,5
450	24,6	11,1	27
550	23,4	6,8	28
600	21,0	?	27
650	19,3	6,1	25
700	19,3	4,8	20
750	19,2	7,5	22
800	6,7	?	3

En rapprochant ces différents résultats on voit que :

1° Les alliages renfermant plus de 92 pour 100 de cuivre voient leur charge de rupture augmenter un peu par trempe à basse température entre 400° et 600°. Les allongements subissent des variations analogues;

2° Pour des métaux contenant moins de 92 pour 100 de cuivre, la charge de rupture et les allongements croissent très nettement dès que la température de trempe dépasse 500°. Ceci est absolument en accord avec le diagramme de MM. Heycock et Neville.

Le maximum de la charge de rupture est atteint quel que soit le bronze pour une trempe faite aux environs de 600°.

Le maximum des allongements paraît, au contraire, se déplacer avec la composition de l'alliage. Il a lieu par une trempe à 800° pour le bronze $Cu = 91$, $Sn = 19$; par une trempe à 600° pour l'alliage $Cu = 79$, $Sn = 21$.

La différence entre la charge de rupture du métal brut de coulée et celle du métal trempé à la température la meilleure est d'autant plus accentuée que la teneur en cuivre est plus faible.

Quoi qu'il en soit, on doit conclure que la trempe des bronzes faite entre 600° et 800° améliore considérablement les résultats des essais à la traction.

Il reste à voir l'influence de ce traitement sur la résistance au frottement. Il ne faut pas oublier en effet que, d'après les travaux de MM. Heycock et Neville, la trempe fait disparaître le composé $\delta(Cu^4Sn)$ qui est un corps très dur et peut jouer un rôle important dans le frottement.

En résumé, aux changements de constitution étudiés par MM. Heycock et Neville correspondent les transformations très remarquables des propriétés mécaniques que nous avons précisées dans cette étude.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sesquioxyde de fer colloïdal, modification brune.* Note de M. P. NICOLARDOT, présentée par M. Henri Moissan.

Les sels ferriques cristallisés sont blancs pour la plupart : azotate, sulfate, formiate, fluorure. Le sesquioxyde de fer normal devrait être blanc, et, en fait, on peut l'obtenir à cet état, pendant quelques instants, en versant dans l'ammoniaque refroidie une solution ferrique concentrée et de préparation récente; mais, dans l'eau ou dans l'alcool absolu, le sesquioxyde de fer, précipité de ses solutions neutres ou acides, est brun.

Cet oxyde précipité subit encore des modifications, et il devient peu à peu insoluble dans la plupart des acides. Les solutions ferriques elles-mêmes, comme on le sait depuis fort longtemps, se colorent sous l'action du temps, de la chaleur, de la dialyse. Elles deviennent très brunes ou rouges; elles contiennent alors, suivant l'opinion généralement admise, l'oxyde soluble de Graham ou l'oxyde soluble aussi de Péan de Saint-Gilles. On obtient aussi des précipités jaunes insolubles qui renferment une autre modification considérée, par tous les auteurs, comme étant la modification insoluble.

Par suite de quels phénomènes le sesquioxyde de fer, dont les sels cristallisés sont incolores, se présente-t-il sous des couleurs si diverses, noire, jaune ou rouge dans ses solutions ou à l'état de précipité? Quelle est la nature des combinaisons complexes étudiées par M. Béchamp ou des oxydes solubles de Graham et de Péan de Saint-Gilles? Comment relier des faits en apparence contradictoires et qui servent d'appuis aux théories les plus diverses?

On trouve une explication très simple de tous ces faits en admettant que la molécule de sesquioxyde de fer subit des condensations diverses et MM. Wyrouboff et Verneuil ont les premiers émis cette idée dans un remarquable Mémoire sur les oxydes condensés des terres rares.

Pour vérifier l'exactitude de cette hypothèse et déterminer la grandeur de la molé-

cule, je n'ai pas pu recourir aux méthodes physiques ou physicochimiques, puisque, la plus précise de toutes, la détermination de la densité de la vapeur, est ici inapplicable et que, d'après l'opinion générale de tous les physicochimistes, qui admettent l'existence d'une fonction *colloïde*, les substances colloïdales ne relèvent pas de la loi de Raoult.

J'ai eu recours à l'analyse chimique et j'ai cherché à déterminer quelle était la quantité d'eau contenue dans la molécule de sesquioxyde de fer, soit quand elle était combinée au radical acide, soit quand elle en était séparée par précipitation. Le composé initial ou l'hydrate ferrique que l'on en retirait étaient amenés à poids constant, toujours dans les mêmes conditions.

J'ai été amené ainsi à reconnaître l'existence de quatre modifications du sesquioxyde de fer dont les condensations diverses produisent les solutions brunes, jaunes ou rouges.

J'ai réussi en effet à obtenir des combinaisons solubles de la modification jaune. Je ne m'occuperai dans cette Note que des condensations présentées par la modification brune.

Cette modification existe dans les composés de M. Béchamp. Ce sont des combinaisons complexes neutres aux réactifs, comme certains composés de la Chimie organique, car le chlore n'est pas précipité par le nitrate d'argent, le fer n'est pas révélé par le ferrocyanure ni par le sulfocyanure de potassium. Le premier terme qui présente ces propriétés possède, selon ce savant, la composition $Fe^2Cl^6, 5Fe^2O^3$.

En dialysant ces composés, on arrive à un corps excessivement pauvre en chlore, considéré jusqu'ici comme du sesquioxyde soluble renfermant un peu de chlore comme impureté : l'hydrate colloïdal de Graham.

Par des méthodes spéciales, j'ai réussi à obtenir ces divers composés très purs et leur analyse m'a conduit aux formules suivantes :

	Composé total.	Oxyde.
Premier terme........	$(Fe^2O^3)^6_1\ (ClH)^6_1(H^2O)^{7,8}_{1,3}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^2]^x$
Termes intermédiaires.	$(Fe^2O^3)^{15}_{2,5}\ (ClH)^6_1(H^2O)^{22,8}_{3,8}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,86}]^x$
	$(Fe^2O^3)^{25,8}_{4,3}(ClH)^6_1(H^2O)^{32,2}_{5,7}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,8}]^x$
Corps de Graham.....	$(Fe^2O^3)^{144}_{22}\ (ClH)^6_1(H^2O)^{207,6}_{34,6}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,5}]^x$

D'autre part, à l'aide de la dialyse, j'ai pu retirer les composés bruns qui se forment, en versant goutte à goutte, dans l'eau bouillante, du perchlorure de fer concentré; les composés ainsi obtenus présentent les mêmes propriétés que ceux de M. Béchamp, comme eux, ils sont des colloïdes. Ils n'en diffèrent que par une solubilité moindre et une coloration moins intense. L'analyse de ces composés conduit à leur attribuer les formules suivantes :

	Composé total.	Oxyde.
Premier terme........	$(Fe^2O^3)^6_1\ (ClH)^6_1(H^2O)^6_1$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,5}]^x$
Termes intermédiaires.	$(Fe^2O^3)^{11}_{1,82}(ClH)^6_1(H^2O)^{10,5}_{1,75}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,4}]^x$
	$(Fe^2O^3)^{24}_4\ (ClH)^6_1(H^2O)^{25}_{4,16}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,33}]^x$
Corps de Graham.....	$(Fe^2O^3)^{180}_{30}\ (ClH)^6_1(H^2O)^{180}_{30}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^1]^x$

On peut passer des corps de M. Béchamp aux composés de la série parallèle en les

chauffant à 100°, soit à l'état sec pour les premiers termes, soit plus rapidement en solution. Inversement, les composés obtenus à chaud s'hydratent lentement en solution et tendent à passer à l'état de véritables composés de M. Béchamp.

J'ai étudié les composés analogues obtenus avec d'autres acides et, pour tous, j'ai trouvé un terme limite comparable, retenant toujours du brome, de l'iode, de l'acide nitrique. En outre, j'ai constaté que l'hydrate ferrique était un merveilleux réactif pour déterminer la valence d'un acide et aussi la présence de fonctions alcooliques dans les acides organiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chloruration de la méthyléthylcétone.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

L'action du Cl sur la méthyléthylcétone a été étudiée pour la première fois par Vladesco [1] et a fourni à cet auteur deux dérivés : l'un dichloré, l'autre monochloré. A celui-ci l'auteur attribua la constitution

$$CH^3COCHClCH^3,$$

en se basant sur ce fait que, par saponification, il se transforme en

$$CH^3COCHOH.CH^3.$$

Quelques années plus tard, V. Reymenant [2], revenant sur cette question et opérant soit avec Cl, soit avec SO^2Cl, prépara à nouveau le dérivé monochloré de Vladesco, mais ne put retrouver le composé dichloré. Par contre, il décrivit un nouvel isomère monochloré bouillant à 125° et auquel il attribua la formule $CH^2ClCOC^2H^5$, en considération de ce que, par oxydation azotique, ce dérivé chloré fournit $CHCl^2CO^2H$.

Enfin, dernièrement, M. Kolshorn [3] indiqua incidemment, dans un travail sur les amino-alcools, qu'il avait obtenu, *à l'état impur*, l'isomère monochloré de Reymenant par action du Cl sur l'acétone aqueuse en présence du marbre. Il n'insiste pas du reste sur cette préparation au sujet de laquelle il ne donne pas de détails. C'est précisément la raison qui me décide à publier les résultats d'une étude que j'ai faite autrefois en vue de rechercher les meilleures conditions de préparation des dérivés mono-

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. VI, p. 407.
(2) *Bull. Ac. R. de Belgique*, 1900, p. 724.
(3) *Berichte*, 1904, p. 2474.

chlorés de la méthyléthylcétone. Ces recherches m'ont précisément conduit à adopter le procédé auquel l'auteur allemand fait allusion et qui n'est autre qu'une modification de la méthode que Fritsch a proposée pour la préparation de la monochloracétone.

J'ai constaté que les résultats obtenus dans une chloruration incomplète de la méthyléthylcétone sont à peu près équivalents quels que soient les chlorurants employés

$$(Cl, Cl + I, SOCl^2, Cl + H^2O + CaCO^3).$$

Néanmoins, c'est avec la solution aqueuse d'acétone, le chlore et le marbre qu'on obtient les produits les plus purs et le minimum de produits de queue. C'est donc ce dernier procédé que j'ai adopté et étudié en détail. J'ai observé, en outre, qu'en opérant à froid, ainsi que le recommandent la plupart des auteurs (Fritsch, Kolshorn), il se produit fréquemment des explosions dues à ce que, par action du Cl sur l'eau et le marbre, il se fait ClOH qui s'accumule dans l'eau pour ne réagir sur la cétone qu'à un certain moment en donnant une réaction très violente. Au contraire, en opérant vers 60°-70° on détruit l'acide hypochloreux sitôt que formé et l'on obtient une réaction très régulière et des rendements très avantageux.

Les meilleures conditions opératoires sont réalisées en partant d'un mélange de 5 parties de cétone, 2,5 parties de H^2O et 1 partie de marbre qu'on chlorure *rapidement* à la température de 70°. Après dissolution de tout le marbre, on décante la couche supérieure du liquide, on la sèche sur le $CaCl^2$, on chasse l'excès de cétone et l'on fractionne à la colonne. Dans une opération au cours de laquelle on a traité en 5 fois 3^{kg} de cétone industrielle, $1^{kg},250$ de cétone ont été transformés et l'on a obtenu, après 7 tours de fractionnement à la colonne à 6 boules, 800^g d'un premier dérivé monochloré bouillant entre 113° et 118° et 205^g d'un second passant entre 131°-138°. Par trois rectifications à la colonne à 20 boules sous 30^{mm} on a amené la portion 113°-118° à bouillir à 40°-41° ($H = 30^{mm}$) [soit 114-117, $H = 760$] et la portion 131°-138° à passer entre 59° et 60° ($H = 30^{mm}$) [soit 134-136, $H = 760$].

La portion 114-117 est la cétone chlorée $CH^3CHClCOCH^3$, dont Vladesco a démontré la constitution en la transformant, par saponification, en $CH^3CHOH.COCH^3$. J'ai complété cette démonstration en transformant, par réduction, cet alcool cétonique en glycol $CH^3CHOH.CHOH.CH^3$. Quant à la cétone chlorée 134-136, c'est l'isomère que V. Reymenant a obtenu pour la première fois et qu'il donne comme bouillant à 125°. Cette divergence entre nos résultats provient vraisemblablement de ce que l'échantillon préparé par V. Reymenant était un mélange des deux isomères 114 et 134. Un dosage de Cl effectué sur le produit 134-136 m'a donné, pour C^4H^7ClO,

Cl trouvé	33,30
Cl calculé	33,33

Quant à la constitution de cet isomère, elle ne m'a pas paru suffisamment établie par ce fait que l'oxydation azotique de cette cétone chlorée fournit CH^2ClCO^2H. Nous ne

savons si les cétones halogénées suivent la loi de Poppof, déjà peu rigoureuse en ce qui concerne les cétones non substituées, par conséquent l'oxydation mentionnée ci-dessus ne nous apprend pas si nous avons affaire à $CH^2ClCOC^2H^5$ ou à $CH^3COCH^2CH^2Cl$. Pour lever cette indétermination, j'ai transformé la cétone chlorée en alcool cétonique qui, par réduction, m'a fourni le glycol $C^2H^5.CHOHCH^2OH$. Ce qui cette fois établit que le produit 134-136 a bien pour constitution $C^2H^5COCH^2Cl$.

Dans la réduction des alcools cétoniques $C^2H^5COCH^2OH$ et $CH^3COCHOHCH^3$, j'ai obtenu, à côté des glycols correspondants, de la méthyléthylcétone en quantités notables.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Action de l'acide azotique dilué sur les fibres végétales.* Note de M. **Jardin**, présentée par M. A. Haller.

On sait que l'acide azotique dilué peut, vis-à-vis de certains composés, même à la température ordinaire, jouer le rôle d'agent oxydant susceptible de produire très régulièrement des oxydations très douces. Ces oxydations m'ayant paru comparables aux oxydations produites par l'air et la lumière, j'ai songé à les appliquer aux fibres végétales dans le but de simplifier le traitement suranné et dispendieux des fibres blanchies par les procédés habituels des expositions nombreuses sur prés.

J'ai observé qu'après avoir soumis la cellulose du lin à l'action d'une lessive alcaline, puis d'une immersion dans l'acide chlorhydrique dilué, on pouvait remplacer les effets des longues expositions sur prés par des immersions de 5 ou 6 heures, à froid, dans l'acide nitrique dilué à 5 pour 1000 environ; chacune de ces immersions peut être suivie d'un traitement aux lessives alcalines, en vue de dissoudre les impuretés rendues solubles par l'oxydation. Après environ quatre oxydations, ainsi pratiquées, je me suis trouvé en présence de fibres dont l'état était en tout semblable, comme aspect, à celui des tissus de lin soumis six à huit fois à des expositious sur prés, avec une manipulation au moins trois fois plus longue.

Ce nouveau mode de blanchiment du lin, comparé avec les procédés usuels des expositions sur prés, a donné les résultats suivants :

I. *Perte de poids au blanchiment.* — Elle est sensiblement la même dans les deux cas.

II. *Allongement de la fibre.* — Les essais faits sur des faisceaux de 10 fils sur 100^{mm} de long, provenant d'un même fil de lin, ont donné pour le blanchiment azotique un allongement 40 à 50 pour 100 plus grand que pour le blanchiment sur prés.

III. *Résistance.* — Les essais comparatifs des faisceaux ci-dessus ont donné, pour le blanchiment azotique, une supériorité de 15 à 18 pour 100.

IV. L'*examen microscopique* a été fait après passage en solution iodée, puis en solution sulfurique glycérinée. Il a fait constater pour le blanchiment nitrique, comme

différences très nettement marquées, de très nombreuses cloisons transversales, un canal central parfaitement vidé, une homogénéité remarquable de la matière de la fibre et son affinité très régulière pour le colorant. Les fibres provenant des traitements habituels sur prés sont loin de montrer une pareille intégrité des cloisons transversales; le canal central n'y est jamais totalement vidé et la matière de la fibre s'y montre le plus souvent hétérogène et pigmentée.

En résumé, ces résultats montrent que les composés oxygénés de l'azote et spécialement l'acide azotique dilué sont susceptibles de provoquer des oxydations lentes des fibres végétales; ce procédé offre, sur le procédé d'oxydation par expositions sur prés, les avantages suivants : économie de temps et de main-d'œuvre, homogénéité parfaite de la fibre se prêtant à une imprégnation régulière de la matière colorante.

MINÉRALOGIE. — *Sur la fiedlerite*. Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. A. Lacroix.

M. A. Lacroix, ayant découvert une quantité notable d'assez grands cristaux de fiedlerite dans les scories plombeuses athéniennes immergées du Laurion, a bien voulu me confier l'examen chimique de ce minéral, dont la composition quantitative n'est pas connue, les très petits cristaux décrits par vom Rath n'ayant pu se prêter qu'à des essais qualitatifs.

Les cristaux sont incolores; leurs faces sont un peu ternes. Ils sont par conséquent légèrement altérés.

Chauffés dans un tube de verre étroit, au bec Bunsen, ils décrépitent et deviennent opaques en perdant de l'eau. Ils fondent ensuite en donnant, avec un sublimé de chlorure de plomb, une masse où l'on observe des cristaux tabulaires. La laurionite donne dans les mêmes conditions une masse fondue renfermant de longs prismes enchevêtrés [1].

Le minéral est assez facilement attaquable par l'eau froide. Des fragments de cristaux transparents exposés à l'action de l'eau pendant 1 heure deviennent opaques.

Il se dissout facilement à froid dans l'acide azotique sans dégagement d'acide carbonique.

La fiedlerite est un oxychlorure de plomb hydraté. Chauffé à 150° il perd son eau.

L'analyse quantitative a été faite avec $0^g,5145$ de matière, après déduction de $0^g,0020$ de gangue insoluble dans l'acide azotique à froid.

---

(1) A. DE SCHULTEN, *Bull. Soc. de Min.*, t. XX, 1897, p. 186.

L'analyse a fourni les nombres suivants qui conduisent à la formule

$$PbO, 2PbCl^2, H^2O \quad \text{ou} \quad 2PbOHCl, PbCl^2 :$$

	Trouvé.	Calculé.
Cl	17,48	17,80
Pb	51,01	51,95
PbO	29,02	27,99
H^2O	2,33	2,26
	99,84	100,00

Les cristaux étant légèrement altérés à la surface, il devient probable qu'ils ont subi l'action de l'eau qui leur a enlevé une petite quantité de chlorure de plomb. Ainsi s'expliquerait la différence entre les nombres donnés par l'analyse et ceux déduits de la formule.

La formule de la laurionite étant $PbO, PbCl^2, H^2O$ et celle de la penfieldite $PbO, 2PbCl^2$, la fiedlerite est ainsi surtout voisine du dernier composé; il n'en diffère, en effet, que par la présence de 1^{mol} d'eau. Aussi trouve-t-on la fiedlerite et la penfieldite associées dans les mêmes géodes des scories de Laurion, comme l'a déjà fait remarquer M. A. Lacroix [1].

La fiedlerite raye difficilement le calcaire; sa dureté est donc un peu supérieure à 3.

La densité, prise avec $0^g,51$ de matière, dans l'acétate d'amyle, a été trouvée égale à 5,88 par rapport à l'eau.

MINÉRALOGIE. — *Les sels de la région du Tchad.* Note de M. **H. Courtet**, présentée par M. A. Lacroix.

On peut considérer le Tchad comme la limite méridionale d'une vaste région du centre africain, s'étendant au nord, jusqu'à Bilma (18°30′ de lat. et 11° de long.), à l'ouest jusqu'à Agadès (17° de lat. et 6° de long.), et à l'est jusqu'au Dar Ouara (18° de lat. et 20° de long.), et dans laquelle abondent les sels alcalins.

Le gisement de Bilma est depuis longtemps connu et, selon Barth, il fournit deux espèces de sel : du chlorure de sodium ayant un goût amer, et un autre sel plus fin pouvant être utilisé par les Européens. Barth signale en outre sur les bords des bassins d'extraction la production de longues aiguilles salines (sulfate de magnésie?). Ce voyageur indique aussi qu'on

(1) A. Lacroix, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 955.

recueille du natron un peu au nord-est d'Agadès et que les grès de cette ville sont saturés de sel.

Nous avons étudié sur place (mission Chari-Lac Tchad) les alentours du Tchad. Les environs immédiats de la partie est et nord-est du lac sont caractérisés par une série de bassins ou de lagunes, communiquant plus ou moins avec lui au moment de la crue, et s'asséchant ensuite en abandonnant sur le sol des croûtes alcalines.

Une des lagunes que nous avons particulièrement explorée est celle de Grand Baissé. Au moment de son asséchement, la croûte saline de quelques millimètres d'épaisseur qui se forme sur le sol est constituée par un mélange de carbonate et de sulfate de soude (thénardite) (¹) avec des traces de chlorure de sodium; plus tard, quand les eaux sont plus basses encore, la croûte est surtout formée par du sulfate de soude.

A 200^{km} environ à l'est du Tchad, la lagune de Rédéma a été aussi spécialement étudiée; son eau laisse sur le sol, après évaporation, une croûte de 5^{mm} d'épaisseur, renfermant surtout du chlorure de sodium avec du carbonate de chaux et un peu de carbonate et de sulfate de soude.

En outre de ces observations faites sur le terrain, nous nous sommes procuré de nombreux renseignements et des échantillons provenant d'autres régions qui n'ont pas été explorées jusqu'à présent. Il s'agit des gisements du Dar Ouara qui alimentent le Borkou, le Thibesti, le Ouadaï et le Baguirmi, et qui fournissent trois espèces de sels que j'ai étudiés dans le laboratoire de M. A. Lacroix au Muséum :

1° Le sel gemme que l'on trouve dans un endroit appelé *Toro* ou *Tourou* (Tourkechi), en couches stratifiées dans le lit du rahat Saraf, où il n'y a de l'eau qu'à la saison des pluies. En saison sèche, on creuse le sol à $0^m,40$ ou $0^m,50$ de profondeur et l'on recueille la roche par petits blocs de 8^{cm} à 12^{cm} d'épaisseur. C'est un sel à grands cristaux renfermant beaucoup de sulfate de magnésie (*epsomite*) qui s'effleurit à l'air sec.

2° Un sel gemme impur, en fragments de couleur rougeâtre, contenant près de 50 pour 100 de matières terreuses ou siliceuses et de menus galets roulés. On le trouve dans un endroit qui s'appelle *Ouadi-Démi*, appartenant aux Arabes Mohamid du Dar Ouara, et situé à l'est du Toro.

3° Le minéral désigné vulgairement sous le nom de *natron* et qui est constitué par l'espèce minérale le *trona* ($3Na^2O, 4CO^2, 5H^2O$), provenant du Ouadi-Démi.

Le trona du Dar Ouara constitue une véritable roche et offre la plus grande ressemblance avec celui des lacs Natron (Égypte). Il est débité par les indigènes en mor-

---

(¹) Il existe aussi du sulfate hydraté; un échantillon que nous avions enfermé encore humide dans un tonnelet étanche a présenté au retour un nodule cristallisé de *mirabilite* qui a été analysé par M. Hébert (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 163) : sa cristallisation est d'origine secondaire, elle s'est produite au cours du voyage.

ceaux tabulaires de 6cm à 8cm d'épaisseur, de couleur gris-jaunâtre, à structure caverneuse. Leur cassure montre qu'ils sont constitués par des cristaux monocliniques, allongés suivant $ph^1(001)(100)$ et possédant un clivage facile suivant p, à éclat vitreux très vif. Ces cristaux, de longueur inégale, atteignent de 20mm à 25mm de longueur. Ils se groupent en agrégats fibro-bacillaires terminés par des pointements aigus, libres dans les cavités de la roche ou engagés dans de l'argile; leurs faces sont trop arrondies pour pouvoir être mesurées exactement. Il existe parfois une seconde génération de cristaux plus petits, implantés sur les premiers, ou constituant des masses blanches, à texture très lâche, qui remplissent leurs intervalles : on peut y constater l'aplatissement des cristaux suivant $a^1(\bar{1}01)$.

Enfin, dans le pays des Krédas, nommés aussi Gouranes, traversé par le Bahr-el-Ghazal (14° environ de latitude et 15° de longitude), une région nommée Sagarda renferme du trona en grandes tables, mais, au dire des indigènes, il n'existe pas de sel gemme dans la région.

Comme dernier renseignement, ajoutons que l'eau du puits du poste de Bédanga (11°40′ environ de latitude et 15°30′ de longitude) est alcaline.

Le trona est utilisé pour l'alimentation à défaut de sel gemme par les indigènes qui lui préfèrent toutefois le sel extrait de certaines plantes (mélange de chlorures de sodium et de potassium); ils s'en servent aussi pour la fabrication de leur tabac. Ils connaissent et utilisent en outre les propriétés purgatives du sulfate de soude.

BOTANIQUE. — *Sur le parasitisme de l'*Osyris alba. Note de M. **A. Fraysse**, présentée par M. Bornet.

Dans une précédente Note j'ai formulé quelques conclusions relatives à la biologie de l'*Osyris alba* et à l'anatomie des suçoirs. Celle-ci a pour objet principal de faire connaître la physiologie générale de ces mêmes suçoirs et les actions diverses du parasite sur son hôte.

A. *Physiologie.* — 1° Le parenchyme périphérique d'un suçoir complètement développé renferme beaucoup d'amidon. Cette substance est particulièrement abondante dans la région axiale. Il n'en existe que des traces dans la partie médiane et dans l'assise absorbante en contact avec les tissus de l'hôte.

2° Les suçoirs jeunes, en voie de développement, sont moins riches en matière amylacée. Elle se localise principalement autour du noyau méristématique central.

3° Toute racine attaquée par le parasite, perforée ou non, présente une région dépourvue d'amidon qui délimite la zone d'action du mamelon haustorial.

4° Le sucre réducteur se rencontre dans l'assise absorbante, le périderme de soudure, autour de la racine du parasite et dans la partie corticale de l'hôte comprise dans le rayon d'activité du suçoir. Le corps réducteur va de l'organe parasité, *où il*

prend naissance par transformation diastasique de l'amidon, au parasite. Il est en partie absorbé par ce dernier, en partie localisé sous forme de substance de réserve dans le sommet du mamelon.

5° Les suçoirs renferment des quantités très variables de matière grasse. Elle se localise très souvent dans les assises basilaires et vers le point d'épanouissement des vaisseaux.

6° Il existe dans tous les corps haustoriaux des diastases diverses parmi lesquelles on peut distinguer par leurs effets : *l'amylase, la cellulase, le ferment gommique.* Elles se rencontrent constamment en trois points bien déterminés :

Dans la dernière assise absorbante;

Dans la zone d'accolement;

Autour de la racine du parasite.

L'amylase, que l'on peut facilement extraire, solubilise l'amidon de l'hôte.

La cellulase agit sur tous les tissus; son action est très apparente sur les fibres péricycliques, les vaisseaux du bois et le parenchyme ligneux qui se colorent en brun et se désorganisent partiellement. Grâce à cette diastase, le cône de pénétration du suçoir peut arriver très loin, à l'intérieur de l'organe attaqué.

7° Les trachées et les trachéides se placent en contact intime avec les vaisseaux de l'hôte sans les perforer. Ils s'arrêtent à une faible distance de l'assise libéro-ligneuse dans les racines et pénètrent généralement jusqu'au centre dans les rhizomes.

B. *Actions du parasite sur son hôte.* — Elles se traduisent par :

1° La formation d'un tissu de défense issu d'une zone cambiforme;

2° L'activité souvent plus grande de l'assise libéro-ligneuse du côté du suçoir;

3° La formation de thylles provoquées par l'excitation du parasite : thylles d'obstruction et de défense nettement localisées dans le rayon d'activité du parasite;

4° Dépôts de mucilages divers dans beaucoup de cellules.

C. *Cicatrisation des plaies faites par le cône de pénétration du suçoir.* — La chute spontanée d'un suçoir est suivie d'un processus de cicatrisation dont voici les termes essentiels :

1° Liège peu épais correspondant à l'assise la plus interne du suçoir en voie de résorption.

2° Zone lignifiée de cellules plus allongées tangentiellement, ponctuées et très amylifères. Dans cette large zone, trois régions différenciées au point de vue de l'orientation des éléments anatomiques.

3° Assise libéro-ligneuse.

4° Liber.

5° Écorce avec beaucoup de fibres.

6° Périderme externe avec liège très développé.

7° Thylles nombreuses dans les vaisseaux du bois situés à l'intérieur des tissus cicatriciels.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les changements de composition du fruit des Cucurbitacées.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai étudié la proportion de sucres, de matières amylacées et d'eau qui se trouve dans les fruits d'un certain nombre de Cucurbitacées appartenant aux genres *Cucubita, Cucumis* et *Citrullus,* en les considérant successivement avant la maturité, au moment de la maturité et un temps plus ou moins long après la maturité. Le Tableau suivant résume les résultats obtenus pour la race de *Cucurbita Pepo* dite Courge olive; les nombres donnés se rapportent à 100 parties de matière desséchée à 90°.

	Sucres				
	réducteurs.	non réducteurs.	Matières amylacées.	Total.	Eau.
22 août..........	11,7	0,0	21,6	33,3	1360
4 septembre.....	6,1	0,3	39,6	46,0	1600
24 septembre.....	1,3	0,8	45,5	47,6	453
13 janvier........	12,6	7,0	14,3	33,9	644
9 mars.........	10,9	5,4	8,7	25,0	752
12 juin..........	2,3	2,1	7,4	11,8	1354
22 juillet.........	0,9	2,1	5,2	8,2	1404

Le fruit du 22 août était à moitié formé; celui du 4 septembre avait cessé de s'accroître; celui du 24 septembre était mûr; enfin les fruits étudiés plus tard ont été cueillis mûrs à la fin de septembre et conservés ensuite dans une salle du laboratoire; lorsqu'ils ont été ouverts, ils avaient la même apparence extérieure qu'au moment de la récolte.

Les sucres relativement abondants dans le fruit jeune diminuent jusqu'à la maturité, passent alors par un minimum très bas, puis augmentent après la récolte et diminuent ensuite régulièrement. Les matières amylacées augmentent pendant toute la période de formation, passent par un maximum à la maturité et diminuent ensuite.

Il est facile d'interpréter ces résultats en comparant le fruit de la Courge à un tubercule amylacé tel que celui du Colchique. Pendant la période de formation, aussi bien dans le fruit que dans le tubercule, les matières amylacées se forment aux dépens des sucres et constituent la presque totalité des réserves hydrocarbonées au moment de la maturité du fruit et de la vie ralentie du tubercule. Ensuite, et après un temps de repos plus ou moins

long pendant lequel la composition change peu, la digestion des réserves commence. On sait que, dans les tubercules, les matières amylacées sont transformées par les diastases en maltose, puis en glucose qui est employé à la formation des tiges, des feuilles et du fruit. Dans le fruit de la Courge, les mêmes réactions se passent, l'amidon donne un mélange de sucres réducteurs et non réducteurs, puis les sucres sont décomposés à leur tour. Mais, dans ce cas, il n'y a pas formation de nouveaux organes. Les réserves hydrocarbonées servent seulement à entretenir la respiration; le sucre qui résulte de la digestion de l'amidon est décomposé en gaz carbonique qui se dégage et en eau qui reste dans les tissus.

L'étude des variations de l'eau vient d'ailleurs corroborer ces résultats. La proportion d'eau, très forte dans le fruit jeune, diminue rapidement pendant la maturation, passe par un minimum, puis augmente dans le fruit conservé après la récolte. On sait, d'autre part, que dans les tubercules l'eau varie de la même façon. La proportion d'eau très considérable qui se trouve dans un fruit conservé peut paraître extraordinaire, surtout si l'on sait que ce fruit est resté dans une atmosphère sèche, favorable à la transpiration; on peut cependant se l'expliquer par plusieurs considérations : d'abord, la matière sèche disparaissant en grande partie, par suite de la digestion, la proportion relative d'eau augmente par cela même; puis, la décomposition des hydrates de carbone par la respiration peut fournir une certaine quantité d'eau; il est nécessaire enfin que la transpiration soit fort affaiblie. Il y a là un exemple très net d'un végétal qui vit pendant presque un an d'une vie relativement active en n'empruntant au milieu extérieur d'autre aliment que l'oxygène. Cette vie indépendante peut même se prolonger pendant plus longtemps; j'ai conservé, en effet, dans une salle du laboratoire une Courge de Siam depuis le mois d'octobre 1902 jusqu'au mois de juin 1904. A cette époque la Courge avait toujours le même aspect extérieur, ses tissus étaient vivants et renfermaient 700 parties d'eau pour 100 de matière sèche, mais les réserves hydrocarbonées avaient presque entièrement disparu.

Les autres Cucurbitacées à réserves amylacées se conduisent à peu près comme la Courge olive; celles qui ont des réserves sucrées sont dans une certaine mesure comparables aux bulbes sucrés tels que l'oignon, le saccharose passant par un maximum au moment de la maturité. Dans tous les cas, les réserves du fruit mûr sont formées, puis digérées de la même façon que dans un bulbe ou un tubercule; mais, dans le fruit, cette digestion n'a pas d'utilité évidente pour la conservation de l'espèce.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition chimique et la signification des grains d'aleurone.* Note de M. S. **Posternak**, présentée par M. Armand Gautier.

Les grains d'aleurone se forment dans le contenu liquide des cellules, au moment où la graine à maturité commence à se dessécher, par un processus rappelant la cristallisation. En étudiant le mécanisme de ce processus, d'autant plus intéressant à élucider qu'il se passe dans un milieu essentiellement colloïde, je fus conduit à isoler et analyser ces éléments morphologiques. Je ne tardai pas à reconnaître que la conception courante du grain d'aleurone représentant la matière azotée de réserve des semences ne répond pas exactement à la réalité des faits et qu'il y a lieu de l'élargir considérablement. En effet, si les grains d'aleurone contiennent, en chiffres ronds, suivant leur provenance, de 50 à 75 pour 100, de matières albuminoïdes, il n'en est pas moins certain que 25 à 50 pour 100 de leur poids sont constitués par d'autres substances d'origine minérale ou organique. Ces dernières jouent nécessairement un rôle déterminé dans l'économie de la graine, ces matériaux emmagasinés résultant d'une sélection spéciale, d'une adaptation aux besoins de l'embryon. Parmi ces substances, j'ai signalé (¹) un principe nouveau, l'acide anhydro-oxyméthylène-diphosphorique ou *phytine* (φυτον, plante). En outre il m'a été possible d'isoler des grains d'aleurone du sapin rouge un acide organique, donnant par hydrolyse un sucre réducteur et dont je poursuis actuellement l'étude. Enfin, l'analyse élémentaire d'un certain nombre de grains d'aleurone m'a démontré qu'ils contiennent en quantité considérable tous les éléments minéraux reconnus indispensables au développement de la plante.

Le grain d'aleurone nous apparaît, par conséquent, non seulement comme une matière azotée de réserve, mais aussi comme un *aliment minéral complet* de l'embryon végétal, ceci dit sans rien préjuger de la forme sous laquelle se présentent les éléments minéraux qui très probablement s'y trouvent, comme le phosphore, en combinaison organique.

Quelques mots sur la méthode de préparation des grains d'aleurone. Les semences oléagineuses se prêtent le mieux à leur séparation. On écrase les graines dans un mor-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 202 et *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 17 octobre 1903.

tier ou entre deux cylindres. Les membranes externes se brisent, les membranes cellulaires éclatent. On épuise la poudre avec un dissolvant des graisses et l'on dessèche. On sépare alors à l'aide d'un tamis fin les grains d'aleurone qui s'échappent facilement des cellules rompues. Pour débarrasser la préparation des débris de membranes qu'elle contient encore, on la met en suspension dans l'éther sulfurique. Les impuretés tombent les premières au fond du vase. On décante le liquide surnageant, on filtre et l'on répète la même opération une ou deux fois. On obtient finalement une poudre blanche, légèrement teintée par la matière colorante des membranes externes et bien homogène à l'examen microscopique.

Dans le Tableau qui suit sont inscrits les résultats d'analyse des grains d'aleurone des semences de sapin rouge, de tournesol, de chènevis et de lupin blanc. Les dosages du carbone et de l'hydrogène n'ont pas été pratiqués. L'azote fut dosé d'après Kjeldahl, le soufre d'après Liebig, le phosphore après combustion avec le nitre et le carbonate de soude par la méthode molybdique.

	Sapin rouge.	Tournesol.	Chènevis.	Lupin blanc.
Az........	12,97	10,22	12,88	10,70
P..........	2,67	2,78	3,83	0,61
S..........	0,64	0,64	0,81	non dosé
Si.........	0,35	0,24	0,36	0,012
K..........	2,59	2,29	2,71	non dosé
Mg........	1,25	1,46	1,67	0,28
Ca.........	0,37	0,32	0,27	0,11
Fe.........	0,09	0,054	0,028	non dosé
Mn........	0,25	quantité faible non dosable	traces	0,11

La recherche du chlore et du sodium est restée négative.

On voit que, quelle que soit l'origine des grains d'aleurone, le plan suivant lequel ils sont composés est le même. On y constate l'absence complète des éléments inutiles à la vie de la plante et la présence constante des éléments minéraux indispensables en quantité qui méritait d'être notée. Il est tout à fait curieux de signaler dans ces grains d'aleurone la présence régulière et inattendue du silicium. La silice est considérée généralement comme partie constitutive des membranes cellulosiques, destinée à augmenter la résistance des tissus. L'embryon paraît en avoir besoin dès les premiers stades de son développement.

Le taux de manganèse dans les grains d'aleurone est beaucoup plus variable que celui des autres éléments. Presque nul dans les grains de chènevis, il atteint la valeur de 3 pour 100 environ des cendres pour le lupin blanc et de 2 pour 100 pour le sapin rouge. Cette variabilité semble indi-

quer que les fonctions du manganèse ne sont pas générales chez les plantes vertes, mais se manifestent de préférence dans la vie de certaines d'entre elles.

CHIMIE AGRICOLE. — *Préparation de moûts de pommes pratiquement stériles.* Note de M. G. **Perrier**, présentée par M. A. Haller.

Dans la fabrication habituelle du cidre, les moûts obtenus par pression ou par diffusion sont abandonnés à la fermentation sans aucune addition de levures; aussi n'est-on pas maître de cette fermentation qui marche tantôt bien, tantôt mal, et fournit des cidres de qualité assez souvent médiocre et en tout cas rarement constante.

Dans une fabrication rationnelle on doit s'efforcer d'obtenir des moûts stériles de manière à pouvoir les ensemencer avec des levures pures, uniques ou mélangées, et obtenir des produits de bonne qualité.

De nombreuses expériences ont été faites dans le but de stériliser les moûts; toutes ont montré la grande altérabilité du jus de pommes sous l'influence des divers traitements (chaleur, antiseptiques, etc.) qu'on doit lui faire subir pour parvenir à ce résultat.

Ne pouvant stériliser les moûts qui renferment déjà les levures, j'ai cherché s'il n'était pas possible d'obtenir *directement* des moûts sans levures.

Les travaux de Pasteur ont montré que pour le raisin les germes étaient uniquement à la surface du fruit; il est généralement admis qu'il en est de même pour la pomme (les germes se trouvent principalement à l'œil). S'il en est bien ainsi on pouvait prévoir que les moûts obtenus avec des fruits stérilisés avant leur broyage seraient *stériles au point de vue des levures*.

Les expériences que je poursuis depuis 3 ans ont confirmé cette prévision.

Le stérilisant employé est la formaldéhyde en solution dans l'eau. Ce produit est d'élimination facile, c'est un antiseptique des plus puissants et de faibles doses suffisent pour détruire les ferments, avantage très appréciable au point de vue du prix de revient du procédé.

Les expériences (décembre 1902-1903-1904) ont porté successivement sur 1^{kg}, 5^{kg}, 800^{kg} et 1200^{kg} de pommes. Dans les premières les fruits étaient mis à macérer de 15 à 24 heures dans de l'eau formolée à 4 pour 1000 CH^2O pure. Ce long séjour occasionnait de légères pertes en sucre et pouvait rendre difficile l'application de la mé-

thode industriellement. J'ai donc cherché à réduire le temps de contact en portant le titre de l'eau formolée de 4 pour 1000 à 8 pour 1000. Les derniers essais ont alors été faits dans les conditions suivantes :

Les fruits, préalablement lavés à l'eau ordinaire, sont maintenus pendant 5 à 10 minutes dans l'eau formolée à 8 pour 1000, lavés une seconde fois à l'eau ordinaire pour enlever les traces de formol adhérentes, puis égouttés.

Leur broyage et leur pressurage s'effectuent ensuite à la manière habituelle en prenant la seule précaution de laver au préalable les appareils à l'eau formolée à 4 pour 1000.

Les moûts obtenus, soit purs, soit réunis, placés dans des touries de 70^l à 80^l, ne *fermentent pas*. Ils sont donc *stériles au point de vue des levures*, bien que ne répondant pas à la définition de la stérilité telle que l'entendent les bactériologistes, puisque, dans toutes les opérations ultérieures à la stérilisation, les fruits subissent le contact de l'air.

Des échantillons de ces moûts ont subi le voyage de Rennes à Buenos-Ayres aller et retour sans fermenter.

Les moûts obtenus par la méthode précédente ne renferment que des traces de formol qui disparaissent spontanément au bout de quelques jours, leur saveur et leur composition sont identiques à celles des moûts préparés avec des pommes n'ayant subi aucun traitement.

Par ensemencement ils fermentent régulièrement et fournissent des cidres de bonne qualité, des *cidres absolument naturels* ne renfermant *aucune trace de formol* (¹).

Il ressort nettement de cette étude :

1° Que le formol permet une stérilisation des fruits et par suite l'obtention de moûts pratiquement stériles (au point de vue des levures) et sans autre goût que celui des fruits eux-mêmes;

2° Que les moûts ainsi obtenus supportent l'exportation;

3° Que ces moûts qui semblent pouvoir se conserver indéfiniment, fermentent régulièrement lorsqu'on les ensemence et fournissent des cidres de très bonne qualité complètement exempts de formol.

La méthode que je viens d'exposer et qui se réduit à un simple lavage des pommes peut avoir d'importantes conséquences pratiques.

Elle permet au cidrier :

1° De conserver d'une année sur l'autre des moûts en prévision d'une disette de pommes;

2° De fournir à ses clients, à n'importe quelle époque de l'année, du cidre fraîchement préparé;

3° D'expédier au loin des moûts que l'acheteur pourra transformer sur place en cidre en les faisant fermenter.

(¹) La fermentation des moûts ne se déclare qu'après la disparition complète du formol.

ZOOLOGIE. — *Du mode de fixation dorsale du* Lernæenicus Sardinæ *sur son hôte.* Note de M. Marcel Baudouin, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans une précédente Note (¹) nous avons signalé la présence, sur certaines Sardines pêchées au niveau des côtes de Vendée, d'un Copépode parasite, très voisin du *Lernœenicus sprattæ,* et que désormais nous considérons comme une espèce spéciale, le *Lernœenicus Sardinæ.*

Nous avons dit alors que ce parasite se fixait tantôt sur le *globe de l'œil,* tantôt sur le *corps de l'animal,* le plus souvent au niveau de la *région dorsale.*

Laissant de côté aujourd'hui l'espèce trouvée sur l'œil, espèce qui a fait surtout l'objet de notre premier article, et qui est, peut-être, zoologiquement distincte de celle qu'on trouve sur le corps du poisson, nous tenons à signaler de suite le mode de fixation de cette dernière sur son hôte, au niveau de la nageoire dorsale, car nous ne croyons pas que pareille observation ait été faite antérieurement.

Voici d'ailleurs ce que nous avons constaté, en disséquant, en 1903, le premier exemplaire rencontré à *fixation dorsale,* correspondant à la nageoire.

Le céphalothorax s'enfonce presque perpendiculairement à l'axe du corps de la Sardine et passe, en pleins muscles, sur les parties latérales de la colonne vertébrale, longeant l'une des faces de la série des apophyses épineuses, sur une étendue de 1^{cm} environ. Il se trouve au niveau de la partie latérale (droite, dans ce cas) des vertèbres dorsales, et comme enkysté dans une sorte de petite poche adventice, transparente, bien isolée du tissu musculaire. Le cou lui-même est enveloppé en entier par un prolongement cylindrique de cette capsule, disposée en gaine allongée. Cette gaine et cette capsule résultent évidemment de la formation d'une sorte de membrane isolante, de nature conjonctive, produite par une réaction de l'hôte.

Le céphalothorax semble avoir voulu *s'agripper* à la charpente osseuse de l'animal, comme le pic-vert sur un tronc d'arbre, de façon à s'assurer d'un solide point d'appui sur ce poisson très mobile et très agile. Nous avons cru remarquer aussi l'existence d'une légère excavation, colorée en noir, sur la vertèbre correspondante, c'est-à-dire une véritable lésion pathologique secondaire de cette partie osseuse.

La conformation du céphalothorax, que nous décrirons ultérieurement, permet de comprendre comment la fixation peut être assurée; cette région est, en effet, disposée en forme de *crochet* ou de *crosse;* elle est très trapue et très volumineuse par rapport au cou.

En 1904, nous avons disséqué deux autres exemplaires; et nous avons pu constater que

---

(¹) Marcel Baudouin, *Le* Lernæenicus sprattæ, *parasite de la Sardine en Vendée* (*Comptes rendus,* 5 déc. 1904, n° 23, p. 998-1000).

le *mode de fixation* du parasite était exactement le même. Sur un quatrième exemplaire, apporté en janvier 1905 au Laboratoire du Professeur Bouvier, au Muséum d'Histoire naturelle, il a été facile de vérifier, sur la pièce anatomique, la réalité de la description ci-dessus.

Il s'agit donc là d'une disposition constante pour le *Lernœenicus Sardinæ*, implanté, sur le corps de son hôte, au niveau de la nageoire dorsale.

Ajoutons que, quand le parasite est inséré à ce niveau (ce qui s'observe le plus fréquemment), le céphalothorax et le cou disparaissent dans les masses musculaires, jusqu'à la partie renflée du corps (région génitale, de coloration rouge); et, sur six cas de fixation de cette nature, observés directement par nous en Vendée, nous avons noté que le point d'entrée correspondait 4 fois au côté gauche, et 2 fois au côté droit de la partie moyenne et latérale de la nageoire dorsale.

MÉDECINE. — *Existence du rachitisme intra-utérin.*
Note de MM. **Charrin** et **Le Play**, présentée par M. d'Arsonval.

L'existence du rachitisme intra-utérin est de plus en plus contestée; on rattache à l'achondroplasie les modifications qu'on pourrait lui attribuer. Or, à l'aide des photographies, des radiographies, des examens macroscopiques et microscopiques, des analyses chimiques, des données cliniques que comporte l'observation du nouveau-né dont nous présentons le squelette, il est possible d'établir la réalité de ce rachitisme fœtal.

Ces pièces proviennent d'un enfant qui, né à 8 mois, n'a vécu que 2 jours et dès sa naissance a offert des déformations caractéristiques : chapelet costal, saillie des bosses frontales, élargissement apparent des épiphyses, taille et poids (1160^g) inférieurs à la normale, etc. — L'autopsie a, d'ailleurs, permis de vérifier l'existence de ces anomalies et d'en préciser les détails. En particulier, elle a révélé que ces tares portent presque exclusivement sur la tête et le tronc; à peine raccourcis de $0^{cm},5$ à 1^{cm} et, sauf une légère torsion des extrémités basses du radius et du cubitus gauches, les os longs sont réguliers. Toutefois, au point de vue histologique, au lieu d'observer les bandes ordonnées des travées directrices, on constate que, dans le cartilage de conjugaison, les cellules sont réparties sans aucun ordre; en outre, des faisceaux de fibrilles conjonctives serpentent au milieu d'ostéoblastes rares, mal différenciés; la calcification est, d'ailleurs, imparfaite; les urines sont riches en acide phosphorique (1,089 et non 0,637 pour 1000); le sang contient d'abondants globules rouges nucléés et de nombreux lymphocytes; le corps thyroïde sclérosé est pauvre en matière colloïde.

Attribuable, d'après une série d'auteurs, aux poisons qui se forment au sein d'un

tube digestif atteint de gastro-entérite, le rachitisme ne saurait par suite se développer avant la naissance. Or, en imprégnant de toxines variées de nombreux animaux, mâles et femelles, on obtient parfois, expérimentalement, des rejetons qui, à moins de ne pas tenir compte des définitions, sont des rachitiques (petite taille, abdomen volumineux, nodosités costales, diaphyses incurvées, métatarsiens épaissis, bassin irrégulier, ostéoblastes rares, etc.) [1]. De plus, femme d'un simple manœuvre quelque peu alcoolique, âgée de 49 ans et paraissant en avoir 60, épuisée par onze grossesses, la mère de notre nourrisson a subi des influences (surmenage, inanition, privations, émotions déprimantes, misère physiologique, etc.) bien connues comme génératrices d'une dyscrasie acide plus ou moins prononcée, mais toujours apte à préparer la solubilisation des phosphates et, partant, à provoquer des tares du squelette. En franchissant le placenta, les principes acides vont attaquer l'appareil osseux du fœtus; nous avons clairement établi que les processus pathologiques peuvent commencer le jour de la conception.

Ainsi l'expérimentation établit la réalité du rachitisme intra-utérin. En outre, l'achondroplasie se caractérise par une indiscutable micromyélie et, en tant qu'affection intéressant le cartilage, est impuissante à frapper des os à développements fibreux. Par suite, dans notre cas, les notables localisations costales ou craniennes, les déformations de la cage thoracique et la craniomalacie, d'un autre côté, l'intégrité macroscopique relative des membres, des os longs, prouvent qu'il s'agit bien de rachitisme. Sans doute, on décèle quelques lésions cartilagineuses, mais ce rachitisme n'en est pas absolument exempt; d'autre part, dans l'achondroplasie ces altérations sont prédominantes et non accessoires. Du reste, en dehors des cellules spécifiques telles que la bactéridie charbonneuse, habituellement un seul élément, anatomopathologique ou autre, ne suffit pas à caractériser une entité pathologique; il faut un ensemble qui, dans notre cas, est en faveur du rachitisme (étiologie; aspect, siège des déformations; modifications humorales, urinaires; données cliniques, etc.). Notre sujet, qui avant tout est rachitique, par quelques détails se peut rapprocher des achondroplasiques; en Pathologie on connaît des types de transition ou encore d'association.

On ne doit pas, d'ailleurs, oublier que, sans changer ni d'organe ni d'agent morbifique, les manifestations anatomiques ou fonctionnelles varient avec l'état de chacun de ces deux éléments, dont le conflit constitue la maladie. Il faut, de plus, se souvenir que l'appareil osseux passe par des phases muqueuse, fibreuse, cartilagineuse, calcaire; que, pendant longtemps, sa

---

(1) Voir Charrin et Gley, *Acad. Sc.* et *Soc. Biol.*, 1890-1894.

structure n'est pas au niveau des épiphyses ce qu'elle est dans les diaphyses. Impressionné par une cause provocatrice déterminée, il est clair que, suivant ces phases et suivant ces zones, le squelette réagira différemment et de ces réactions distinctes dériveront des conséquences variables. Si, par exemple, dès le début de l'existence, dans le sein maternel, la dyscrasie acide détériore le cartilage, sorte de matrice de l'os, les déformations auront chance d'être plus graves, plus difficiles à enrayer, que si plus tard cette dyscrasie touche à quelques points d'une diaphyse déjà calcaire.

Dans ces données se trouve, en partie, l'origine des désaccords, des dissemblances enregistrées dans ce domaine du rachitisme et de l'achondroplasie; ces dissemblances constituent des types distincts d'un unique processus plutôt que des entités pathologiques séparées : l'achondroplasie n'est peut-être que du rachitisme intra-utérin.

GÉOLOGIE. — *Sur les plis couchés de Saint-Jean-de-Buèges (Hérault).*
Note de M. **René Nicklès**, présentée par M. Michel Lévy.

Parmi les régions où les phénomènes de plissement ont atteint leur degré extrême, une des plus remarquables est incontestablement la vallée comprise entre le Causse de la Selle et la montagne de la Séranne. Elle se présente sur la Carte géologique sous l'aspect d'une boutonnière de Trias et de Lias encadrée de toutes parts par le Jurassique moyen et le Jurassique supérieur.

Saint-Jean-de-Buèges occupe à peu près le milieu de cette région allongée, limitée au sud-ouest par Pégairolles-de-Buèges et au nord-est par le hameau de la Croix. La longueur en est de 12^{km} environ sur 2^{km} à peine de largeur.

Le relevé des contours pour le Service de la Carte géologique m'a conduit à y observer les faits suivants : toute la surface de cette boutonnière est couverte uniformément par les marnes du Trias, par l'Infralias et un peu de Lias.

Les couches, presque toujours parallèles, plongent sensiblement dans la même direction, vers le sud ou le sud-sud-est.

Lorsqu'on en relève une coupe transversale, on voit l'Infralias apparaître sept fois, supportant à six reprises différentes des couches parallèles de marnes bariolées du Trias plus anciennes que lui : c'est un exemple remarquable de structure imbriquée due au moins à six plis couchés successifs et parallèles, et où l'effort de plissement a été tel que les flancs renversés de ces plis ont été annihilés, en sorte que la succession normale de l'Infralias reposant sur les marnes bariolées triasiques se représente six fois de suite superposée toujours dans le même ordre, le tout reposant sur l'Infralias

qui vient buter, en le surplombant, contre le Jurassique supérieur plus récent que lui.

Un seul de ces plis présente encore une partie de son flanc renversé mais très aminci : c'est le pli supérieur que l'on peut observer au sud-ouest de Saint-Jean-de-Buèges et qui aboutit aux premières maisons de cette localité; tous les autres sont réduits à l'état d'écailles donnant parfois l'illusion d'une simple récurrence de marnes bariolées dans les couches parallèles de l'Infralias. L'érosion intense qui a déblayé et mis à jour cette petite région du Buèges rend cet ensemble frappant.

Dans sa partie occidentale, cette boutonnière est limitée au sud par la barrière oxfordienne de Saint-André-de-Buèges, barrière notablement affaissée par rapport à l'ensemble. Mais l'affaissement n'a pas été assez profond pour provoquer la formation de plis d'appel déversés à l'arrière, c'est-à-dire vers le sud. Les couches plongent verticalement, violemment étirées, simulant une faille depuis Saint-Jean-de-Buèges jusqu'à Brissac.

Au nord, le massif imposant de la Séranne a servi d'obstacle résistant et n'a pas été ébranlé par l'effort qu'il a soutenu : au sud, le massif calcaire et dolomitique du Causse de la Selle, quoique très fracturé, ne présente plus de preuves nettes de ces chevauchements : soit parce que, dans ces assises, uniformes sur une grande épaisseur, les chevauchements sont plus difficiles à reconnaître; soit parce qu'en raison de l'absence de couches marneuses (marnes du Trias, marnes du Charmouthien) elles se sont moins prêtées à la formation de ces écailles empilées les unes sur les autres; soit peut-être plutôt parce que ce massif correspond à une région plus affaissée où le plissement a changé d'allure.

Quelle que soit la raison de cette modification, il est hors de doute que l'effort qui a déterminé la formation de ces plis couchés est venu du sud, et a été orienté du sud au nord; que la masse charriée du sud au nord est venue s'écraser contre la grande faille de la Séranne qui constitue, on le sait, la limite sud-ouest des Causses; et que les couches repliées sur elles-mêmes par cette compression sont venues en montant les unes sur les autres constituer cet exemple remarquable de structure imbriquée.

Ceci n'est, d'ailleurs, que la continuation de la longue bande de plis couchés post-éocènes qui s'étend sur près de 100^{km} de longueur au sud du pied méridional des Causses et de la montagne Noire, et dont j'ai eu occasion de signaler [1] les principales parties à Babieux, à Clermont-l'Hérault, à Fouzilhon, Cazouls-les-Béziers et Saint-Chinian.

Au sud-ouest, au nord de Cazouls-les-Béziers, cette bande plissée a une grande

(1) *Comptes rendus*, 31 octobre 1898.

amplitude; les plis, de grande envergure, s'étalent librement, n'offrant que peu de complications de détail. Mais, plus à l'est, la zone affaissée qui semble en avoir déterminé la genèse par une compression dirigée du sud au nord se rapproche de la limite méridionale des Causses, c'est-à-dire de la grande faille de la Séranne; elle détermine des plis couchés moins amples qu'à Saint-Chinian (Clermont-l'Hérault, Saint-Jean-de-Buèges), mais de plus en plus compliqués et serrés dans leurs détails : la limite extrême en est marquée à l'est, dans le Languedoc, à l'extrémité de la boutonnière de Saint-Jean-de-Buèges, c'est-à-dire aux hameaux de la Croix et de Notre-Dame-du-Suc, au point même où cette région affaissée vient en contact avec le massif de la Séranne.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les ascensions de cerfs-volants exécutées sur la Méditerranée et sur l'Océan Atlantique à bord du yacht de S. A. S. le Prince de Monaco en* 1904. Note de M. **H. Hergesell.**

Au printemps 1904 S. A. S. le prince de Monaco entreprit l'étude des conditions météorologiques de l'atmosphère au dessus des mers. Nous avons employé des cerfs-volants Hargrave de $5^{m^2},7$ et 3^{m^2} et un câble de $0^{mm},7$ à 1^{mm}.

En tout 25 ascensions ont été exécutées dont 8 sur la Méditerranée (hauteur moyenne 950^m), une sur la mer Baltique et 16 sur l'océan Atlantique (hauteur moyenne 1900^m). La hauteur maxima fut de 4510^m; elle fut atteinte au nord-ouest des Canaries. Une hauteur presque égale à la première, 4360^m, a été atteinte au sud des Açores le 28 août. Plusieurs autres ascensions ont dépassé 2000^m.

Les ascensions sur la Méditerranée (12-24 avril à l'ouest et au nord-ouest de la Corse) ont donné ce résultat général qu'au-dessus d'une surface libre d'eau se trouve une décroissance rapide de température et que les vents diminuent beaucoup avec la hauteur. Toutefois, près de la côte de l'île de Corse, par un vent de sud-est, on a trouvé un courant chaud venant de la Corse, la température augmentait avec la hauteur, l'humidité diminuant en même temps. A quelques centaines de mètres on trouvait le calme. Ces constatations exceptionnelles paraissent dues à l'influence de la côte voisine.

Les ascensions faites sur l'Atlantique avaient pour but particulier d'explorer les conditions météorologiques de la région des alizés. Elles ont commencé le 19 juillet, à la côte portugaise au large d'Oporto. Le navire se dirigeait vers les Canaries, qui furent doublées au sud et ensuite vers les Açores. De là, le yacht retourna dans la Méditerranée. Dans toutes ces

régions on faisait des ascensions dans des intervalles convenables; la dernière ascension date du 20 septembre. Voici les résultats principaux :

Nous avons trouvé les alizés venant du nord-est à la latitude d'Oporto, à une hauteur de 400^m; au niveau de la mer on notait un vent nord-ouest. A partir de la latitude de Lisbonne les alizés furent constatés aussi dans les couches inférieures, comme vent faible du nord-est. A mesure qu'on avançait vers les Canaries ce vent augmentait de force. Depuis 35° de latitude jusque vers les Canaries on constatait un courant régulier de 7^m par seconde. Plus au sud les vitesses ont même atteint 19^m, mais au voisinage des îles seulement. Les résultats de toutes les ascensions faites dans cette région des alizés sont assez concordants pour permettre de les résumer comme suit :

Dans les couches les plus basses il y a une forte décroissance de température; le gradient adiabatique (1° par 100^m) est toujours atteint; tout en bas il est même dépassé. L'épaisseur de cette couche adiabatique varie de 100^m à 600^m. L'humidité relative, qui est 70 à 80 pour 100 au niveau de la mer, y monte graduellement à 95 ou 100 pour 100. A la limite supérieure de cette couche il y a un changement brusque. La température monte subitement de plusieurs degrés et l'humidité diminue d'un saut jusqu'à des valeurs inférieures à 50 pour 100. Après ce changement brusque vient une couche d'inversion (couche de mélange) atteignant quelquefois plus de 1000^m d'épaisseur, où la température continue de monter et où l'humidité diminue jusqu'à 10 ou 20 pour 100. Dans cette couche, parfois à une altitude de 1000^m, on trouve des températures atteignant 30°, alors qu'au niveau de la mer on trouve 22° à 30°. Au-dessus de la couche de mélange on trouve de nouveau une couche à gradient exactement adiatique, mais dans laquelle l'humidité est petite contrairement à la première couche adiabatique. Cependant l'humidité relative augmente avec la hauteur de façon que la richesse hygrométrique soit constante. Cela permet de conclure à un courant descendant. J'appellerai cette zone *couche de contre-alizé*. D'après nos observations elle atteint au moins 4500^m et monte probablement bien plus haut. Il a été possible de déterminer la direction du vent dans les différentes hauteurs et même d'en mesurer la vitesse par des méthodes directes et indirectes. Dans la première couche adiabatique on trouve l'alizé de nord-est avec environ 7 mètres-seconde. Avec la hauteur le vent tourne graduellement, le plus souvent de nord-est par nord vers nord-ouest et dans deux cas de nord-est par est, vers sud-est et sud. A la hauteur de l'inversion (c'est-à-dire vers 600^m) la direction change parfois brusquement et la force diminue considérablement. La couche de l'alizé proprement dit est donc peu épaisse. Un courant de sud-ouest qui correspondrait au contre-alizé théorique n'a jamais été trouvé par les cerfs-volants, bien qu'ils aient plusieurs fois dépassé la hauteur du Pic de Ténériffe. Plusieurs constatations m'amènent à penser que ces vents de sud-ouest observés au Pic par plusieurs observateurs sont d'origine locale et dus à l'influence de l'île.

Les vents de nord-ouest ou de sud-est trouvés par nous dans les couches les plus élevées avaient une force de 3^m à 4^m par seconde au plus. Dans les couches intermédiaires la vitesse était, en général, encore plus petite. Dans les régions que nous avons explorées l'air du contre-alizé affluait donc surtout de nord-ouest, la direction de

l'alizé nord-est changeant plus haut en nord pour s'arrêter au nord-ouest. Une fois nous avons observé des cirrus venant du sud-ouest, le même jour où le vent a tourné du nord-est au sud avec la hauteur. Nous avons souvent observé les cumulus des alizés, rouleaux de nuages plats étirés dans la direction du vent. Ils se forment toujours dans la partie supérieure de la première couche adiabatique, donc à quelques centaines de mètres. Les diagrammes de l'hygromètre démontrent à l'évidence qu'il s'agit de courants ascendants dont la limite supérieure était donnée par la hauteur de l'inversion où ces nuages se dissolvaient. Quand la zone d'inversion était descendue assez bas pour que les courants ascendants ne puissent atteindre leur point de condensation, il ne se formait point de cumulus. Quand, au contraire, les cumulus se formaient, on pouvait dire d'avance que la zone d'inversion se trouverait à un niveau plus élevé. A titre d'exemple, je donne ici quelques nombres résultant d'une ascension.

9 *août* 1904 *à l'ouest des Canaries.*

Hauteur.	Température.	Humidité relative.	Direction du vent.
0 m	23°,0	80 pour 100	N 52 E
200	20,5	88 »	
400	18,5	88 »	N 36 E
500	18,0	93 »	
600	18,9	80 »	
800	24,5	35 »	
1000	26,4	16 »	N 29 E
1200	26,2	16 »	N 15 E
2000	18,0	21 »	
3000	9,0	30 »	
4000	1,5	40 »	
4500	5,6	47 »	N 25 W

Au voisinage des Açores, on a constaté des vents de nord-ouest; la distribution de la température et de l'humidité offre un caractère différent.

Immédiatement au-dessus de la mer, la décroissance adiabatique ou plus qu'adiabatique existe à toutes les heures du jour. Nous n'avons jamais observé l'inversion nocturne si connue sur les continents.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'existence de hautes terrasses dans l'Oural du Nord.* Note de MM. **L. Duparc** et **F. Pearce**, présentée par M. de Lapparent.

Lorsque nous explorâmes, il y a quelques années, les montagnes de quartzites qui se trouvent à l'est de la Koswa et qui se continuent au nord

de la cluse de Touloum, notre attention fut attirée par la singularité des formes topographiques que présentaient certains de leurs principaux sommets. Ceux-ci, vus obliquement ou de profil, paraissent formés par plusieurs plateaux rocheux étagés, échelonnés en plusieurs gradins successifs d'une horizontalité parfaite. Cette disposition saute aux yeux lorsqu'on regarde par exemple les monts Bacéguy depuis la chaîne de l'Aslianka, située plus au nord; cette dernière présente également un aspect analogue, mais c'est principalement sur l'Ostry que cette structure si particulière ressort avec le plus de netteté. Vue depuis Verkh-Koswa, cette montagne paraît composée de deux plateaux rocheux horizontaux étagés, limités vers l'ouest par une crête aiguë, formée par les bancs redressés de la roche en place. Cette forme topographique de l'Ostry est si caractéristique qu'elle frappe déjà l'observateur le moins prévenu; chose curieuse, elle ne se retrouve pas sur les montagnes boisées inférieures à 800^m qui viennent à l'est comme à l'ouest des chaînes de quartzite; on ne l'observe pas également sur les hautes chaînes éruptives qui forment la ligne de partage dans la région des sources de la Koswa ou de ses affluents (Koswinsky-Kamen, Tilaï, etc.).

A cette époque déjà, nous pensions que ces formes topographiques bizarres étaient dues à d'anciennes terrasses, conservées grâce à la nature pétrographique spéciale du sol.

L'an dernier nous avons exploré une contrée plus septentrionale, qui comprend le bassin supérieur des rivières Uls Soswa et Wagran. Là les montagnes de quartzites sont très développées, elles forment une longue chaîne qui fait ligne de partage des eaux asiatiques et européennes, et qui s'appelle *Poyassovoi-Kamen;* ainsi qu'une série d'autres rides situées à l'est comme à l'ouest. Le phénomène des terrasses y présente une ampleur et une généralité telles que le doute n'est plus possible.

La chaîne du Poyassovoï est entièrement formée de quartzites blancs et saccharoïdes sur plus de 30^{km}; d'un bout à l'autre, elle est découpée en terrasses successives, d'une netteté admirable, qui s'échelonnent à partir des sommets, c'est-à-dire de l'altitude moyenne 1180^m environ, jusqu'à 800^m en chiffres ronds.

En certains endroits favorables, nous avons pu compter jusqu'à onze de ces terrasses étagées, d'une importance variable; les sommets de la chaîne du Poyassovoï sont sans exception rasés en plateaux parfaitement horizontaux, et présentent la forme de pyramides tronquées, à base plus ou moins

large. La régularité de cette disposition est telle qu'à une certaine distance et vue du sud-ouest, la chaîne du Poyassovoï ressemble à une gigantesque fortification, et qu'en voyant le Choudinsky-Kamen, qui se trouve un peu plus au nord, on croirait avoir devant soi un énorme tronc de pyramide construit par la main de l'homme, tant est grande sa régularité.

Des terrasses analogues se rencontrent sur la seconde chaîne de quartzites suivant immédiatement à l'ouest le Poyassovoï, puis sur Kosmer et Antipowsky-Grébine, qui sont deux arêtes comprises entre le Poyassovoï et la longue chaîne de Kwarkouche, située à une vingtaine de kilomètres plus à l'ouest, et enfin sur la chaîne de Kwarkouche elle-même, qui leur doit les formes topographiques si bizarres de ses différents sommets. Le phénomène des terrasses est donc absolument général dans toute cette région; c'est lui qui est la principale cause de la topographie si particulière et si monotone aussi de cette contrée. Malgré le manque de cartes et de cotes fixées par triangulation, nous avons pu établir plusieurs niveaux hypsométriques que l'on retrouve constamment sur un certain nombre des principales terrasses, qui paraissent donc se correspondre sur une étendue de pays considérable. Il ne nous a pas paru que ces terrasses eussent une relation avec les vallées actuelles; elles sont sans doute beaucoup plus anciennes et datent d'une période que l'on ne peut fixer, mais qui est en tout cas antéquaternaire et pendant laquelle le régime hydrographique était fort différent de ce qu'il est aujourd'hui. Ces terrasses sont donc l'expression d'une ancienne topographie, qui ne s'est conservée que grâce à l'absence de phénomènes glaciaires dans la région, et surtout à la présence de roches essentiellement réfractaires à la désagrégation, comme les quartzites. Il paraît vraisemblable d'admettre que ces terrasses existaient aussi sur d'autres chaînes, notamment sur les hautes montagnes éruptives qui forment la ligne de partage plus au sud, mais qu'elles ne nous ont pas été conservées avec cette netteté par suite de la nature même de leurs roches constitutives. En tout cas, si l'on tient compte du fait que, de la montagne de Bacéguy au Choudinsky-Kamen, il y a du sud au nord au moins 200^{km}, on voit que le phénomène des terrasses n'est pas un accident local, mais qu'il doit tenir à une même cause très générale.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 JANVIER 1905.
(Suite.)

Compte rendu des séances du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine; 11e année, no 1. Séance du 6 janvier 1905. Paris, Préfecture de Police, imp. Chaix, 1905; 1 fasc. in-8°.

Société des Ingénieurs civils de France : Résumé, paraissant les premier et troisième vendredis de chaque mois. *Procès-verbal de la séance du 6 janvier* 1905. *Ordre du jour des séances à venir.* Paris, 1 fasc. in-8°.

La Pharmacie française, organe officiel de l'Association amicale des Étudiants en Pharmacie de France, paraissant le 15 de chaque mois. 8e année, numéro de Noël 1904. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par l'École d'Alfort le 15 et le 30 de chaque mois, t. LXXXI, no 1, 15 janvier 1905. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

La Tempérance, organe mensuel de la Ligue nationale contre l'alcoolisme, Société française de tempérance, publié sous la direction de FRÉDÉRIC RIÉMAIN; 29e année, no 1, janvier 1905. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Enhanced lines of titanium, iron and chromium in the Fraunhoferic spectrum, by Sir J. NORMAN LOCKYER and F.-E. BAXANDALL. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* t. LXXIV.) 1 fasc. in-8°.

On the group IV lines of silicium, by Sir NORMAN LOCKYER and F.-E. BAXANDALL. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* t. LXXIV.) 1 fasc. in-8°.

Coloration in « Polistes », by WILHELMINE-M. ENTEMAN, publ. by the Carnegie Institution. Washington, 1904; 1 fasc. in-8°.

Verslag omtrent den staat van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1903. Batavia, 1904; 1 vol. in-4°.

Protective inoculation against asiatic cholera, an experimental study by RICHARD-P. STRON, Director of the biological Laboratory. Manille, Imprimerie du Gouvernement, 1904; 1 fasc. in-8°.

Observatoire de Zi-Ka-Wei. Calendrier-annuaire pour 1905. Chang-Hai, Imprimerie de la Mission catholique, 1904; 1 vol. in-18.